# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 29 AVRIL 1901,

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la compensation mécanique de la rotation du champ optique fourni par le sidérostat et l'héliostat.* Note de M. **A. Cornu**.

« La simplicité de la relation analytique qui lie au temps la rotation du champ optique observable avec le sidérostat ([1]) a naturellement attiré l'attention des astronomes et des physiciens, intéressés à l'emploi de ce genre d'appareils, et suggéré l'idée d'obtenir la compensation mécanique de cette rotation particulièrement gênante pour la Photographie stellaire. Aussi M. le professeur H.-H. Turner, directeur de l'observatoire de l'Université de Cambridge ([2]), et notre confrère M. Lippmann (p. 931) ont-ils décrit

([1]) A. Cornu, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 537, et *Bulletin astronomique*, t. XVII, p. 49; 1900.

([2]) H.-H. Turner, *Monthly Notices of R. A. S.*, Vol. LXI, p. 122; 1901.

récemment des dispositifs particuliers destinés à compenser cette rotation par une rotation égale et inverse imprimée à la plaque photographique.

» Antérieurement à ces descriptions purement théoriques, M. P. Gautier, artiste, membre du Bureau des Longitudes, avait réalisé, d'après des données numériques que je lui avais communiquées en mars 1899, un mécanisme simple, imposant au châssis photographique un mouvement angulaire compensateur suffisamment précis pour l'obtention d'un cliché astrophotographique de courte durée. C'est le dispositif qu'on a pu voir à l'Exposition universelle de 1900 au foyer de l'instrument gigantesque (lunette photographique et sidérostat) construit par M. Gautier.

» En donnant ce renseignement rétrospectif, je ne prétends ni réclamer la priorité d'une solution dont le mérite appartient à l'habile artiste, ni critiquer les travaux précités; je désire seulement établir que ce problème m'est familier depuis plusieurs années, présenter à mon tour une solution plus élégante et préciser les motifs qui limitent considérablement l'application de ces mécanismes compensateurs.

» Le dispositif que je vais décrire dérive d'études anciennes relatives à un objet bien différent : à l'occasion de *recherches sur la réflexion cristalline* (1), j'avais été conduit à réaliser mécaniquement la relation homographique

$$\text{tang}\,(\alpha - \alpha_0) = \text{K}\,\text{tang}\,(\beta - \beta_0)$$

qui lie les plans de polarisation des rayons incident et réfléchi sur la surface d'un milieu isotrope ou cristallisé, et qu'on rencontre dans d'autres phénomènes optiques. Cette relation est précisément celle qui lie l'angle Y de rotation du champ du sidérostat avec l'angle horaire Æ de l'astre, dont l'image est envoyée dans une direction fixe d'angle horaire $\omega$ (2) :

$$\text{tang}\,\tfrac{1}{2}\,\text{Y} = \text{K}\,\text{tang}\,\tfrac{1}{2}\,(\text{Æ} - \omega) \qquad \text{avec} \qquad \text{K} = \frac{\cos\frac{1}{2}(\rho + \delta)}{\cos\frac{1}{2}(\rho - \delta)}.$$

» Le plus précis des organes cinématiques qui réalise cette relation est le *joint universel*, ou joint *hollandais* ou encore *croisillon*, souvent employé en mécanique pratique pour transmettre un mouvement de rotation d'un

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 4 série, t. XI, p. 283.

(2) Le Mémoire du *Bulletin astronomique* a été traduit en anglais dans l'*Astrophysical Journal* (mars 1900), mais avec une faute d'impression sur la valeur de K : les signes + et — ont été intervertis.

axe AC à un autre axe CB incliné sur le premier et situé dans le même plan.

» Il se compose, comme on sait, de deux fourchettes symétriquement montées sur ces axes et réunies par deux tiges en croix; l'une $aa'$ entraîne par pivotement l'axe AC, l'autre $bb'$ est entraînée par l'axe CB, le point C étant à la fois le point de concours des deux axes, et le point de soudure des deux tiges rectangulaires $aa'$ $bb'$.

» Si l'on désigne par $\alpha$ l'angle que fait le plan de la fourchette fixée à l'axe AC avec le plan des axes, par $\beta$ l'angle corrélatif de la fourchette fixée à l'axe BC et par $\theta$ l'angle des deux axes, on obtient aisément la relation

$$\tang\alpha \tang\beta = -\cos\theta,$$

l'angle $\theta$ s'élevant à 180° lorsque les axes sont dans le prolongement l'un de l'autre; si $\theta = 0$, on a alors constamment $\alpha = \beta + 90°$.

» Si l'on remplace la considération du plan de la fourchette de l'axe BC par celui d'un plan perpendiculaire passant également par cet axe, on a $\beta' = \beta - 90°$ (de manière que $\beta'$ s'annule en même temps que $\alpha$) et il vient

$$\tang\alpha = \cos\theta \tang\beta'.$$

» On voit alors qu'il suffit, pour identifier, de poser

$$\alpha = \tfrac{1}{2}Y, \qquad \beta' = \tfrac{1}{2}(\mathit{Æ} - \omega), \qquad \cos\theta = K.$$

» L'identification est toujours possible lorsque K est en valeur absolue moindre que l'unité : c'est ce qui arrive avec le sidérostat pour toutes les distances polaires $\delta$ des astres à leur passage supérieur ($\rho$ étant la distance polaire de la direction fixe du rayon réfléchi).

» Il suffit donc : 1° de donner à l'axe BC un mouvement de rotation moitié de celui du mouvement diurne;

» 2° De régler l'origine de l'angle $\beta'$ par la condition de s'annuler lorsque l'angle horaire Æ de l'astre coïncide avec l'angle horaire fixe $\omega$;

» 3° De donner aux deux axes l'inclinaison $\theta$ telle que $\cos\theta = K$;

» 4° Enfin de diriger l'axe AC (sur lequel est fixée normalement la plaque photographique) suivant la direction fixe du rayon réfléchi.

» Quant à l'orientation du plan des deux axes AC et BC, elle est indifférente, car elle n'intervient pas dans les conditions de compensation du mouvement rotatif imprimé à la plaque.

» On disposera donc le plan de ces deux axes de la manière la plus commode au point de vue de la construction de l'appareil.

» On remarquera que l'angle $\theta$ doit, dans la pratique, être obtus, afin que les fourchettes ne risquent pas de buter l'une contre l'autre, ce qui arriverait nécessairement dans certaines positions si l'angle $\theta$ était aigu.

» Lorsqu'on change $\theta$ en $180° - \theta$, le cosinus change de signe; mais l'identification ne cesse pas de pouvoir se faire si l'on change le sens de rotation de l'angle $\beta'$, c'est-à-dire du mécanisme horaire directeur.

» La valeur $K = 0$ conduit à $\cos\theta = 0$ : les axes AC et BC sont rectangulaires : on

retrouve ainsi le cas critique où le champ de vision est immobile malgré la rotation de l'astre.

» Enfin, il reste à lever une objection tirée de la nécessité de supposer K moindre que l'unité en valeur absolue, ce qui exclurait l'héliostat et même le sidérostat pour l'observation des passages inférieurs des astres, de l'application du même mécanisme à la compensation rotative de leur champ.

» Cette objection n'est qu'apparente. En effet, K étant plus grand que l'unité, au lieu de compter les angles $\alpha$ et $\beta'$ à partir du plan des deux axes, comptons-les à partir de la normale à leur plan, on a alors :

$$\alpha_1 = \alpha + 90^\circ, \qquad \beta'_1 = \beta' + 90^\circ$$

et la relation ci-dessus devient

$$\tan g\,\alpha_1 = \frac{1}{K} \tan g\,\beta'_1,$$

expression qui conduit à une valeur de $\cos\theta$ moindre que l'unité.

» En résumé, le *joint universel* résout d'une manière simple et générale le problème de la compensation rotative du champ fourni par le sidérostat et l'héliostat : la solution qui en résulte est aussi rigoureuse que celles de MM. Turner et Lippmann, et elle a sur elles l'avantage d'être mécaniquement plus parfaite, car elle ne comporte que des mouvements de *pivotement* réalisables avec une rigueur presque indéfinie par les procédés mécaniques usités dans la construction des instruments de précision.

» Le défaut des solutions précitées est de comprendre les organes frottants, tels que *manchons* ou *coulisses*, d'une exécution moins rigoureuse, qui entraînent des résistances très inégales suivant l'angle sous lequel les tiges guidantes les conduisent; de là des coincements et des déformations qui altèrent la relation des rotations simultanées.

» Il me reste à dire pourquoi je n'ai pas indiqué plus tôt ni conseillé cette solution à l'habile constructeur qui aurait pu l'utiliser. C'est qu'elle est subordonnée à une condition rigoureuse que les sidérostats et les héliostats ne remplissent qu'imparfaitement, précisément à cause des pièces frottantes inhérentes à leur construction : il en résulterait des complications additionnelles provenant de l'imperfection de ces appareils.

» En effet, pour pouvoir opérer la compensation désirée avec la précision nécessaire à la Photographie céleste, on doit supposer que l'on connaît d'avance le point du champ autour duquel s'effectue la rotation, avec la même rigueur que celle dont le mécanisme compensateur est susceptible.

» Il y aurait donc d'abord un réglage préliminaire à effectuer, à savoir : la mise en coïncidence rigoureuse du centre de rotation du mécanisme

avec le centre de rotation du champ et ensuite l'addition d'un dispositif de rectification *en marche,* pour ramener la coïncidence des divers points du champ avec les étoiles au fur et à mesure des déplacements inévitables des images durant les longues durées d'exposition.

» Une pareille méthode de rectification est employée journellement dans les observatoires avec les équatoriaux photographiques pour l'obtention des clichés de la Carte du Ciel ; mais les conditions sont bien différentes : avec l'équatorial les erreurs à corriger sont produites par une sorte de *translation* qui est sensiblement la *même* pour tous les points du cliché : on peut donc la corriger par deux mouvements *indépendants,* l'un en ascension droite, l'autre en déclinaison, très bien définis par l'observation d'un point quelconque du champ.

» Dans l'observation avec un sidérostat, le problème de la *rectification en marche* est beaucoup plus complexe, non seulement par suite de l'imperfection pratique des organes moteurs du miroir, mais parce que tous les points du champ offrent des *déplacements différant* considérablement en *grandeur* et en *direction :* il faudrait donc observer simultanément au moins deux points du cliché (par exemple, l'un au centre l'autre à la circonférence), car la correction d'un seul point n'entraîne nullement celle de tous les autres et, de plus, on devrait disposer les réglages de manière que la rectification de l'un ne dérange pas la rectification de l'autre.

» Ces considérations, qui s'appliquent à tous les mécanismes proposés jusqu'ici, suffisent pour montrer que des solutions cinématiques simples en théorie entraînent beaucoup de complications dans la pratique.

» J'ai néanmoins jugé utile de signaler le dispositif du *joint universel* parce qu'il me paraît utilisable dans beaucoup de circonstances grâce à la perfection dont il est susceptible, perfection qu'on ne cherche pas à utiliser dans les applications ordinaires. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'emploi de l'oxygène dans les ascensions à grandes hauteurs.* Note de M. L. CAILLETET.

« Les importantes recherches de P. Bert ont fait connaître l'action de l'oxygène sur l'organisme soumis à de faibles pressions ([1]). Les nombreuses expériences qu'il a réalisées ont montré qu'on peut éviter les

([1]) P. BERT, *La pression barométrique;* 1878.

accidents auxquels on est exposé dans un air raréfié en maintenant à peu près constante la quantité d'oxygène absorbée à chaque inspiration; aussi depuis cette époque les aéronautes emportent-ils, afin de conjurer les dangers de l'asphyxie, de l'oxygène qu'ils aspirent au moyen d'un tube flexible muni d'une embouchure placée entre les lèvres.

» Ce mode d'absorption de l'oxygène est tout à fait défectueux. En effet, depuis notre naissance, nous avons contracté l'habitude de respirer par le nez, et les aéronautes, malgré leur attention soutenue, parviennent difficilement à se soustraire à cette habitude invétérée en s'astreignant à respirer par la bouche.

» L'oxygène qu'ils aspirent au moyen de l'embouchure ne remplit guère que la cavité buccale, et il est ordinairement rejeté sans avoir pénétré dans les poumons.

» L'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie permettra aux aéronautes d'emporter et d'avoir à leur disposition de grandes quantités d'oxygène emmagasiné sous un faible volume, et d'assurer l'absorption de ce gaz sans les astreindre à aucune attention, à aucun soin particulier.

» Cet appareil se compose :

» 1° D'un ou de plusieurs vases contenant de l'oxygène liquide; 2° d'un récipient destiné à faire repasser à l'état gazeux l'oxygène liquide en le réchauffant; 3° enfin, d'une sorte de masque qui assure la respiration du gaz.

» L'oxygène liquide, dont la densité est voisine de celle de l'eau, donne en reprenant l'état gazeux environ 800 fois son volume d'oxygène à la température de zéro. Il suffira donc aux aéronautes d'emporter quelques litres d'oxygène liquide pour satisfaire à tous les besoins d'une ascension prolongée.

» Les récipients thermo-isolateurs, que notre savant confrère M. d'Arsonval à fait connaître dès 1887, offrent pour le transport et la conservation de l'oxygène liquide de grandes facilités [1].

---

[1] *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 11 janvier 1888.

Dans les *Comptes rendus* du 15 janvier 1898, M. d'Arsonval disait : « Je crois devoir rappeler que, me basant sur les expériences de Dulong et Petit sur le pouvoir thermo-isolateur du vide, j'ai répandu depuis 1887, parmi les médecins français, des réservoirs en verre *identiques, comme destination et comme forme,* à ceux employés par M. Dewar. » Ce qui, malgré les réclamations de M. Dewar, établit la priorité indiscutable de l'invention, en faveur de notre savant confrère.

» On pourrait même remplacer les vases en verre à doubles parois par des récipients métalliques que j'étudie en ce moment et qui seraient à l'abri de tout danger de bris et de destruction.

» Le vase qui contient l'oxygène liquide est fermé par un bouchon portant deux tubes métalliques de petit diamètre. Un de ces tubes s'arrête au-dessus du liquide et porte à son extrémité libre une poire aspirante et foulante en caoutchouc qui permet d'exercer, par insufflation d'air, une pression dans le récipient. L'oxygène liquide, sous l'effort de cette pression, s'élève dans le second tube et vient se déverser dans un vase en cuivre, sorte de petite chaudière tubulaire dans laquelle le liquide se réchauffe au contact de l'air ambiant et repasse rapidement à l'état gazeux.

» En sortant de ce vaporisateur, l'oxygène gazeux s'accumule dans un sac de caoutchouc qui sert de réserve et régularise sa distribution.

» C'est dans ce sac qu'aboutit le tube flexible qui l'amène à l'appareil respiratoire.

» Cet appareil est une sorte de masque en aluminium, recouvert de velours pour le protéger contre le refroidissement; il s'applique au moyen de bandes élastiques contre le visage de l'aéronaute, dont il ne recouvre que le nez et la bouche. En avant du masque est une soupape qui s'ouvre seulement sous l'action combinée de l'aspiration et la pression du gaz sortant du réservoir. L'oxygène, en soulevant cette soupape, pénètre dans le masque qu'il remplit et, de là, dans les poumons.

» Les aéronautes qui ont respiré l'oxygène pur assurent presque tous que cette absorption leur a causé des nausées et des malaises très pénibles. Afin de vérifier la réalité de cette assertion, j'ai entrepris une série d'expériences au Muséum d'Histoire naturelle, avec M. le Professeur Gréhant. Nous avons constaté que les chiens qui respirent l'oxygène pur éprouvent de l'anxiété et du malaise, mais que cet état cesse dès qu'on mélange à l'oxygène une certaine proportion d'azote ou d'air.

» En me basant sur ces observations, j'ai disposé à l'extérieur du masque un obturateur à ouverture variable, qui permet de mélanger dans le masque un certain volume d'air à l'oxygène aspiré.

» L'aéronaute règle cette ouverture de façon que la teneur en oxygène augmente à mesure qu'on s'élève davantage.

» Dans le but d'empêcher la condensation de la vapeur d'eau entraînée par les gaz de la respiration, je les fais s'écouler par un tube flexible muni d'une soupape spéciale, abritée sous les vêtements de l'aéronaute afin d'éviter la congélation.

» J'ai cherché, en construisant cet appareil, à le rendre aussi simple que possible, de manière que son fonctionnement soit assuré sans imposer aucune attention ni fatigue à l'aéronaute, dans l'état d'inertie musculaire et intellectuelle qui est la conséquence de son séjour dans l'air raréfié. Il lui suffira, lorsqu'il verra le réservoir d'oxygène se vider, d'agir sur la poire de façon à faire passer dans le vaporisateur une nouvelle quantité d'oxygène liquide.

» Dans une ascension internationale exécutée le 19 avril dernier, le comte Castillon de Saint-Victor, l'aéronaute si connu par son habileté et son courage, a bien voulu expérimenter l'appareil que je viens de décrire, en se servant d'oxygène comprimé dans un réservoir métallique, car, à notre grand regret, nous n'avions pu nous procurer de l'oxygène liquide au moment du départ.

» Le ballon *Éros*, cubant $2100^{mc}$, gonflé avec du gaz d'éclairage, et monté par trois aéronautes, s'est élevé de l'usine du Landy à $8^{h}50^{m}$ du matin, pour atterrir à $1^{h}45^{m}$, dans le département d'Eure-et-Loir.

» J'extrais d'une lettre que m'a adressée le comte Castillon, le passage suivant : « Arrivés à $4400^{m}$ d'altitude, température : $-5^{o}$, je mets le » masque de M. Cailletet, mes deux compagnons respirant l'oxygène avec » un simple tube relié au réservoir.

» Nous atteignons $5200^{m}$. Mes deux compagnons commencent à ressentir » une légère oppression. A $5500^{m}$, l'un d'eux est prêt à s'évanouir et je » dois renoncer à poursuivre mon ascension en hauteur.

» J'ai gardé le masque sur mon visage pendant près de deux heures, et, » grâce au dispositif de l'appareil, j'ai respiré pendant tout ce temps » l'oxygène mélangé à une certaine proportion d'air. Aussi n'ai-je pas » ressenti le moindre trouble, alors que mes compagnons étaient plus ou » moins souffrants ».

» J'espère que de nouvelles expériences plus complètes, qui auront lieu bientôt, confirmeront les heureux résultats constatés par le comte Castillon de Saint-Victor.

» J'ose donc espérer que, grâce à mon appareil, les aéronautes pourront à l'avenir s'élever en toute sécurité à des hauteurs qu'on n'avait pu atteindre jusqu'à ce jour. »

MÉCANIQUE. — *Sur la stabilité d'un système animé d'un mouvement de rotation.* Note de M. **P. Duhem.**

« Lagrange a énoncé, en se fondant sur l'étude des petits mouvements, qu'une masse soumise à l'action de forces qui dérivent d'un potentiel est en équilibre absolu stable lorsque le potentiel est minimum ; en réalité, sa démonstration ne prouve ni que la condition soit nécessaire, ni qu'elle soit suffisante ; Lejeune-Dirichlet, par une méthode très simple et aujourd'hui classique, a prouvé que la condition était suffisante.

» Pour étudier la stabilité de l'équilibre relatif d'une masse qui tourne d'un mouvement uniforme autour d'un axe, on s'est servi jusqu'ici de la méthode des petits mouvements; cette méthode prête aux mêmes objections que la méthode suivie par Lagrange dans le cas de l'équilibre absolu.

» Nous nous proposons de trouver, par un artifice semblable à celui de Lejeune-Dirichlet, un caractère qui suffit, au moins sous certaines conditions, à assurer cette stabilité.

» I. Considérons un système dont $\mathcal{F}$ est le potentiel interne ; supposons-le soumis à des actions extérieures dont $\Omega$ est le potentiel et dont le moment, par rapport à l'axe $Oz$, est essentiellement nul ; supposons-le tournant autour de cet axe avec une vitesse angulaire $\omega_0$, la même en tout point ; une masse élémentaire $dm$ est soumise à une force centrifuge dont les composantes sont $X_c = \omega_0^2 x\, dm$, $Y_c = \omega_0^2 y\, dm$, $Z_c = 0$; pour obtenir les conditions de l'équilibre relatif, il suffit d'écrire les conditions de l'équilibre absolu en adjoignant la force centrifuge aux actions extérieuses; en d'autres termes, il suffit que l'on ait, en toute modification isothermique virtuelle, à partir de l'état considéré,

$$(1) \qquad \delta(\mathcal{F} + \Omega) - d\mathfrak{T}_c = 0,$$

$$(2) \qquad d\mathfrak{T}_c = \omega_0^2 \int (x\,\delta x + y\,\delta y)\, dm.$$

» Supposons le système animé d'un mouvement quelconque. La vitesse d'un point de la masse $dm$ peut se décomposer en une vitesse $\omega(x^2 + y)^{\frac{1}{2}}$ normale au plan qui passe par ce point et l'axe des $z$ et une vitesse $\varphi$ située

dans ce plan ; la force vive du système est alors

(3) $$\mathfrak{T} = W + \frac{1}{2}\int \varphi^2\, dm,$$

(4) $$W = \frac{1}{2}\int \omega^2(x^2+y^2)\, dm,$$

tandis que le moment de la quantité de mouvement par rapport à $Oz$ est

(5) $$M = \int \omega(x^2+y^2)\, dm.$$

» Dans une modification virtuelle quelconque, on a

(6) $$\delta M = \int (x^2+y^2)\ \delta\omega\, dm + 2\int \omega\ (x\,\delta x + y\,\delta y)\, dm,$$

(7) $$\delta W = \int (x^2+y^2)\omega\,\delta\omega\, dm + \int \omega^2(x\,\delta x + y\,\delta y)\, dm.$$

» Si, dans l'état initial, tous les points tournent avec la même vitesse angulaire $\omega_0$ autour de l'axe des $z$, on a, selon (2), (6), (7),

(8) $$\delta W = \omega_0\,\delta M - d\mathfrak{T}_c.$$

Selon cette égalité (8), la condition (1) se transforme en la suivante :

» *On a l'égalité*

(9) $$\delta(\mathfrak{F} + \Omega + W) = 0,$$

*en toute modification isothermique virtuelle qui laisse invariable la quantité* M.

» II. Voici maintenant la proposition qui fait l'objet principal de cette Note :

» *Si l'état d'équilibre relatif considéré fait prendre à la somme* $(\mathfrak{F} + \Omega + W)$ *une valeur minimum parmi celles qu'elle prend en des états voisins du système, où chaque élément a gardé sa température et où la quantité* M *a gardé sa valeur, l'état du système, assujetti à n'éprouver que des mouvements isothermiques, est stable pour tout dérangement qui n'altère ni la température de chaque élément, ni la quantité* M.

» Dans cet énoncé, deux états susceptibles de coïncider par une simple rotation autour de l'axe des $z$ ne sont pas considérés comme deux états distincts, mais comme un seul état.

» Donnons au système un dérangement initial soumis aux conditions indiquées dans l'énoncé ; à l'instant $t_1$ où prend fin ce dérangement, $\mathfrak{F}$, $\Omega$,

W prennent des valeurs $\mathcal{F}_1$, $\Omega_1$, $W_1$ ; la vitesse $\varphi$, qui était nulle dans l'état d'équilibre relatif, prend une valeur $\varphi_1$ et, selon les égalités (3) et (4), la force vive prend une valeur

$$\mathfrak{T}_1 = W_1 + \frac{1}{2}\int \varphi_1^2 \, dm. \tag{10}$$

» Le système prend alors un mouvement isothermique; si $t$ est un instant quelconque postérieur à $t_1$ et si $\theta$ est le travail des actions de viscosité entre $t$ et $t_1$, on a

$$\mathcal{F} + \Omega + \mathfrak{T} = \mathcal{F}_1 + \Omega_1 + \mathfrak{T}_1 + \theta$$

ou, selon (2) et (10), en désignant par $\mathcal{F}_0$, $\Omega_0$, $W_0$ les valeurs de $\mathcal{F}$, $\Omega$, W, dans l'état d'équilibre relatif,

$$\left\{\begin{aligned} &\mathcal{F} + \Omega + W - (\mathcal{F}_0 + \Omega_0 + W_0) + \frac{1}{2}\int \varphi^2 \, dm - \theta \\ &\quad = \mathcal{F}_1 + \Omega_1 + W_1 - (\mathcal{F}_0 + \Omega_0 + W_0). \end{aligned}\right. \tag{11}$$

» Les trois sommes $(\mathcal{F}_0 + \Omega_0 + W_0)$, $(\mathcal{F}_1 + \Omega_1 + W_1)$, $(\mathcal{F} + \Omega + W)$ correspondent à la même valeur du moment M de la quantité de mouvement, soit par la condition restrictive apportée à la perturbation, soit parce que le mouvement, sous l'action de forces extérieures dont le moment est nul par rapport à $Oz$, a lieu sans changement de la quantité de mouvement par rapport au même axe. Elles correspondent aussi à une même valeur de la température de chaque masse élémentaire. D'autre part, chacune des quantités $\int \varphi^2 \, dm$ et $-\theta$ ne peut être que nulle ou positive. Dès lors, la démonstration donnée par Lejeune-Dirichlet s'applique ici, presque sans modification, et justifie le théorème énoncé.

» Ce théorème permet, entre autres conséquences, d'établir, sur la stabilité d'une masse fluide animée d'un mouvement de rotation, certaines propositions que nous avions déjà tenté de démontrer ailleurs [1]. Cette démonstration fera l'objet d'un Mémoire plus étendu. »

---

[1] *Sur la stabilité de l'équilibre d'une masse fluide dont les éléments sont soumis à leurs actions mutuelles*, n° 8 (*Journal de Mathématiques*, 5e série, t. III, p. 189; 1897).

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre dans la Section de Botanique, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Adolphe Chatin*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. Zeiller obtient . . . . . . . . . . . 35 suffrages
M. Renault » . . . . . . . . . . . 22 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Zeiller**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1901.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

*Prix Montyon* (*Médecine et Chirurgie*). — MM. Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Marey, Bouchard, Chauveau, Roux, Brouardel, Ranvier.

*Prix Barbier*. — MM. Bouchard, Guyon, Lannelongue, Guignard, d'Arsonval.

*Prix Bréant*. — MM. Marey, Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue.

*Prix Godard*.—MM. Guyon, Lannelongue, Bouchard, Marey, d'Arsonval.

*Prix Bellion*. — MM. Bouchard, Guyon, Lannelongue, Marey, d'Arsonval.

*Prix Mège*. — MM. Bouchard, Marey, Guyon, Lannelongue, d'Arsonval.

*Prix Lallemand*. — MM. Bouchard, d'Arsonval, Marey, Lannelongue, Ranvier.

*Prix du baron Larrey*. — MM. Bouchard, Guyon, Lannelongue, Marey, d'Arsonval.

*Prix Montyon* (*Physiologie expérimentale*). — MM. d'Arsonval, Marey, Bouchard, Lannelongue, Guyon.

*Prix Pourat.* — MM. Marey, d'Arsonval, Bouchard, Guyon, Lannelongue.

## CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *Edmond Perrier* ayant pour titre : « Henri et Alphonse Milne-Edwards ». (Extrait des *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle.*)

2° Un Ouvrage de M. *Chantre* intitulé : « L'homme quaternaire dans le bassin du Rhône ». (Présenté par M. Gaudry.)

3° La quatrième Partie de la *Revue technique de l'Exposition universelle de* 1900 : *Génie civil*, tome I, par M. *Ch. Jacomet.* (Présenté par M. Maurice Lévy.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une généralisation de l'intégrale définie.* Note de M. **H. Lebesgue**, présentée par M. Picard.

« Dans le cas des fonctions continues, il y a identité entre les notions d'intégrale et de fonction primitive. Riemann a défini l'intégrale de certaines fonctions discontinues, mais toutes les fonctions dérivées ne sont pas intégrables, au sens de Riemann. Le problème de la recherche des fonctions primitives n'est donc pas résolu par l'intégration, et l'on peut désirer une définition de l'intégrale comprenant comme cas particulier celle de Riemann et permettant de résoudre le problème des fonctions primitives (¹).

» Pour définir l'intégrale d'une fonction continue croissante

$$\gamma(x)\,(a \leqq x \leqq b),$$

on divise l'intervalle $(a, b)$ en intervalles partiels et l'on fait la somme des quantités obtenues en multipliant la longueur de chaque intervalle partiel

(¹) Ces deux conditions imposées *a priori* à toute généralisation de l'intégrale sont évidemment compatibles, car toute fonction dérivée intégrable, au sens de Riemann, a pour intégrale une de ses fonctions primitives.

par l'une des valeurs de $y$ quand $x$ est dans cet intervalle. Si $x$ est dans l'intervalle $(a_i, a_{i+1})$, $y$ varie entre certaines limites $m_i$, $m_{i+1}$, et réciproquement si $y$ est entre $m_i$ et $m_{i+1}$, $x$ est entre $a_i$ et $a_{i+1}$. De sorte qu'au lieu de se donner la division de la variation de $x$, c'est-à-dire de se donner les nombres $a_i$, on aurait pu se donner la division de la variation de $y$, c'est-à-dire les nombres $m_i$. De là deux manières de généraliser la notion d'intégrale. On sait que la première (se donner les $a_i$) conduit à la définition donnée par Riemann et aux définitions des intégrales par excès et par défaut données par M. Darboux. Voyons la seconde.

» Soit la fonction $y$ comprise entre $m$ et M. Donnons-nous

$$m = m_0 < m_1 < m_2 < \ldots < m_{p-1} < \mathrm{M} = m_p;$$

$y = m$, quand $x$ fait partie d'un ensemble $\mathrm{E}_0$; $m_{i-1} < y \leqq m_i$ quand $x$ fait partie d'un ensemble $\mathrm{E}_i$.

» Nous définirons plus loin les mesures $\lambda_0$, $\lambda_i$ de ces ensembles. Considérons l'une ou l'autre des deux sommes

$$m_0\lambda_0 + \Sigma m_i\lambda_i; \quad m_0\lambda_0 + \Sigma m_{i-1}\lambda_i;$$

*si, quand l'écart maximum entre deux $m_i$ consécutifs tend vers zéro, ces sommes tendent vers une même limite indépendante des $m_i$ choisis, cette limite sera par définition l'intégrale des $y$* qui sera dite *intégrable*.

» Considérons un ensemble de points de $(a, b)$; on peut d'une infinité de manières enfermer ces points dans une infinité dénombrable d'intervalles; la limite inférieure de la somme des longueurs de ces intervalles est la mesure de l'ensemble. Un ensemble E est dit *mesurable* si sa mesure augmentée de celle de l'ensemble des points ne faisant pas partie de E donne la mesure de $(a, b)$ [1]. Voici deux propriétés de ces ensembles : une infinité d'ensembles mesurables $\mathrm{E}_i$ étant donnée, l'ensemble des points qui font partie de l'un au moins d'entre eux est mesurable; si les $\mathrm{E}_i$ n'ont deux à deux aucun point commun, la mesure de l'ensemble obtenu est la somme des mesures $\mathrm{E}_i$. L'ensemble des points communs à tous les $\mathrm{E}_i$ est mesurable.

» Il est naturel de considérer d'abord les fonctions telles que les ensembles qui figurent dans la définition de l'intégrale soient mesurables. On trouve que : *si une fonction limitée supérieurement en valeur absolue est*

---

[1] Si l'on ajoute à ces ensembles des ensembles de mesures nulles convenablement choisis, on a des ensembles mesurables au sens de M. Borel (*Leçons sur la théorie des fonctions*).

*telle que, quels que soient* A *et* B, *l'ensemble des valeurs de* $x$ *pour lesquelles on a* $A < y \leqq B$ *est mesurable, elle est intégrable* par le procédé indiqué. Une telle fonction sera dite *sommable*. L'intégrale d'une fonction sommable est comprise entre l'intégrale par défaut et l'intégrale par excès. De sorte que, *si une fonction intégrable au sens de Riemann est sommable, l'intégrale est la même avec les deux définitions*. Or, *toute fonction intégrable au sens de Riemann est sommable,* car l'ensemble de ses points de discontinuité est de mesure nulle, et l'on peut démontrer que si, en faisant abstraction d'un ensemble de valeurs de $x$ de mesure nulle, il reste un ensemble en chaque point duquel une fonction est continue, cette fonction est sommable. Cette propriété permet de former immédiatement des fonctions non intégrables au sens de Riemann et cependant sommables. Soient $f(x)$ et $\varphi(x)$ deux fonctions continues, $\varphi(x)$ n'étant pas toujours nulle; une fonction qui ne diffère de $f(x)$ qu'aux points d'un ensemble de mesure nulle partout dense et qui en ces points est égale à $f(x) + \varphi(x)$ est sommable sans être intégrable au sens de Riemann. *Exemple :* La fonction égale à 0 si $x$ irrationnel, égale à 1 si $x$ rationnel. Le procédé de formation qui précède montre que l'ensemble des fonctions sommables a une puissance supérieure au continu. Voici deux propriétés des fonctions de cet ensemble.

» 1° *Si* $f$ *et* $\varphi$ *sont sommables,* $f+\varphi$ *et* $f\varphi$ *le sont* et l'intégrale de $f+\varphi$ est la somme des intégrales de $f$ et de $\varphi$.

» 2° *Si une suite de fonctions sommables a une limite, c'est une fonction sommable.*

» L'ensemble des fonctions sommables contient évidemment $y = k$ et $y = x$; donc, d'après 1°, il contient tous les polynomes et comme, d'après 2°, il contient toutes ses limites, il contient donc toutes les fonctions continues, toutes les limites de fonctions continues, c'est-à-dire les fonctions de première classe (voir Baire, *Annali di Matematica*, 1899), il contient toutes celles de seconde classe, etc.

» En particulier, *toute fonction dérivée, limitee supérieurement en valeur absolue*, étant de première classe, *est sommable* et l'on peut démontrer que *son intégrale, considérée comme fonction de sa limite supérieure, est une de ses fonctions primitives.*

» Voici maintenant une application géométrique : si $|f'|$, $|\varphi'|$, $|\psi'|$ sont limitées supérieurement, la courbe

$$x = f(t), \qquad y = \varphi(t), \qquad z = \psi(t)$$

a pour longueur l'intégrale de $\sqrt{f'^2 + \varphi'^2 + \psi'^2}$. Si $\varphi = \psi = 0$, on a la varia-

tion totale de la fonction $f$ à variation limitée. Dans le cas où $f'$, $\varphi'$, $\psi'$ n'existent pas, on peut obtenir un théorème presque identique en remplaçant les dérivées par les nombres dérivés de Dini. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales analytiques des équations différentielles du premier ordre dans le voisinage de conditions initiales singulières*. Note de M. **Henri Dulac**, présentée par M. Painlevé.

« X et Y étant des fonctions de $x$ et de $y$ holomorphes et nulles pour $x=y=0$, considérons, dans le champ complexe, aux environs des valeurs singulières $x=y=0$, les intégrales de l'équation

$$(1) \qquad X\,dy + Y\,dx = 0.$$

On connaît divers résultats relatifs au cas où le point singulier est un point d'intersection simple des courbes $X=0$, $Y=0$. Je me propose de rechercher dans quelle mesure on peut étendre ces résultats aux autres cas.

» Soient : $n$ l'ordre minimum des termes de X et Y, P et Q l'ensemble de ces termes d'ordre $n$ de X et de Y (P ou Q peut être nul). Le point singulier sera dit d'ordre $n$.

» I. *Recherche des intégrales algébroïdes passant par l'origine.* — A la méthode de Briot et Bouquet je substitue la méthode suivante, qui permet aussi d'obtenir toutes ces intégrales. Cette méthode, ainsi que je l'ai constaté récemment, ne diffère guère que par des détails d'exposition d'une méthode employée par M. I. Bendixson.

» L'équation homogène $yP + xQ = 0$ fournit, pour $\frac{y}{x}$, $(n+1)$ valeurs égales ou inégales. Soit $\alpha$ une de ces valeurs; deux cas peuvent se présenter :

» 1° La valeur $\frac{y}{x} = \alpha$ n'annule pas à la fois P et Q. En posant $y = x(t+\alpha)$ on met en évidence une seule intégrale holomorphe, quel que soit l'ordre de multiplicité de $\alpha$. On permute les rôles de $x$ et de $y$ pour étudier les intégrales tangentes à $x=0$;

» 2° La racine $\alpha$, d'ordre de multiplicité $r$, annule à la fois P et Q. Le même changement de variable nous ramène à l'étude d'une équation pour laquelle $x = t = 0$ est un point singulier au plus d'ordre $r$. Cette équation, outre l'intégrale $x=0$, qui ne fournit pas d'intégrale pour (1),

peut admettre $r$ autres intégrales algébroïdes. Je traite l'équation en $x$ et $t$ comme l'équation (1) et je finis par arriver ou bien à des équations mettant en évidence des intégrales algébroïdes, ou bien à des équations de la forme

$$x^s \frac{dy}{dx} = y(\alpha + \ldots) + x(\beta + \ldots), \qquad s > 1, \qquad \alpha \neq 0,$$

qui, on le sait, n'ont pas, en général, d'autres intégrales holomorphes que $x = 0$. S'il existait d'autres intégrales que $x = 0$, nous ne compterions pas les intégrales qu'elles fourniraient pour l'équation (1) parmi celles dont il s'agira dans la suite; d'abord, parce que ces intégrales jouent un rôle différent des autres, ensuite parce que leur existence est incertaine.

» En général, nous aurons, pour (1), $(n+1)$ intégrales algébroïdes. Une intégrale ayant l'origine pour point multiple d'ordre $q$ comptera pour $q$ intégrales.

» II. *Recherche de l'intégrale dans certains cas particuliers.* — Je n'examine que le cas où l'équation admet $(n+1)$ intégrales algébroïdes.

» Soient $A = 0$, $B = 0$, ... ces intégrales. On peut chercher s'il n'y a pas une intégrale générale de la forme

$$(2) \qquad H(x, y) A^\lambda B^\mu C^\nu \ldots = \text{const.},$$

H étant holomorphe et non nul pour $x = y = 0$.

» On détermine aussitôt les valeurs (possibles) de $\lambda$, $\mu$, $\nu$; mais, en général, on rencontrera dans la détermination des coefficients du développement de $H(x, y)$ des impossibilités. Pour que cette détermination soit possible, il faut qu'une suite indéfinie de conditions soit satisfaite. Admettons que cela ait lieu; trois cas peuvent se présenter suivant les valeurs des rapports des exposants $\lambda$, $\mu$, $\nu$ :

» 1° *Les rapports ne sont pas tous positifs.* Le développement obtenu pour H est convergent. Il y a une infinité d'intégrales non algébroïdes passant par l'origine.

» 2° *Les rapports sont positifs et ne sont pas tous commensurables.* Le développement peut être divergent. On ne peut affirmer s'il y a ou non d'autres intégrales que les intégrales algébroïdes.

» 3° *Les rapports sont positifs et commensurables.* Le développement est convergent. Il ne passe par l'origine que les intégrales algébroïdes.

» III. *Existence dans la plupart des cas d'une infinité d'intégrales non algébroïdes.* — Deux cas ont été laissés de côté : 1° le cas général, celui où

il y a $(n+1)$ intégrales algébroïdes et pas d'intégrale générale de la forme (2); 2° un cas particulier, celui où il y a moins de $(n+1)$ intégrales algébroïdes. Dans les deux cas, il y a une infinité d'intégrales non algébroïdes passant par l'origine.

» IV. *Cas particuliers.* — J'ai laissé de côté le cas où $yP + xQ$ est identiquement nul. L'équation admet alors une infinité d'intégrales holomorphes. On peut, avec $(n+1)$ de ces intégrales, chercher à obtenir une intégrale générale de la forme (2). Si la chose est possible, il existe une intégrale générale de la forme $AB^{-1} = \text{const.}$ L'équation sera donc, à un facteur près, identique à une équation ayant un point singulier d'ordre 1.

» La particularité signalée peut se présenter pour une des équations déduites de (1) dans la recherche des intégrales algébroïdes. Si cette équation a un point singulier d'ordre supérieur à 1, la possibilité d'une intégrale de la forme (2) équivaut encore à la réduction de l'ordre de la singularité.

» Les résultats de III subsistent dans ces cas particuliers. Pour ceux de II, il faut remarquer que le cas 1° peut seul se présenter, et ajouter que, si les rapports des exposants ont tous des valeurs absolues commensurables, il y a une infinité d'intégrales algébroïdes, et il n'y en a pas d'autres. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations de certains groupes.* Note de M. DE SÉGUIER, présentée par M. Jordan.

» Soient H un groupe transitif, G le diviseur fixant un symbole $\sigma$, $G'$ un autre diviseur. Dans la décomposition $H = \Sigma_1^\nu G x_i G' (x_1 = 1)$, chaque $G x_i G'$ est formé des opérations qui remplacent $\sigma$ par les symboles d'un même système d'intransitivité de $G'$ et $\nu$ est le nombre de ces systèmes. Construire H connaissant G revient, en prenant $G' = G$, à trouver les $x_i$ tels que $(\Sigma G x_i G)^2 = \Sigma G x_i G$. Si G est transitif entre les symboles $1, \ldots, n$, et F le diviseur de G fixant 1, pour qu'il existe un groupe $H_t$ contenant G, et $t+1$ fois transitif entre les symboles $1, \ldots, n, \sigma_1, \ldots, \sigma_t$, il faut et il suffit, d'après M. Jordan, qu'il existe des substitutions d'ordre 2 $a_h = (\sigma_{h-1}, \sigma_h) \ldots (\sigma_0 = 1)$, les symboles non écrits faisant partie de $2, \ldots, n$, telles que

$$a_h^2 = 1, \quad (a_i a_{i+1})^3 = f_{i,i+1}, \quad (a_j a_{j+k})^2 = f_{j,j+k},$$
$$a_h f a_h = f_h, \quad a_l g a_l = g_l, \quad a_1 \gamma a_1 = \gamma' a_1 \gamma'';$$

$h=1,\ldots,t$; $i=1,\ldots,t-1$; $j=1,\ldots,t-2$; $k=2,\ldots,t-j$; $l=2,\ldots,t$; $f$ parcourant les générateurs de F; $g$, ceux de G (hors de F); $\gamma$, un *système de restes de* G *mod.* F; $\gamma'$, $\gamma''$, $g_l$ étant dans G (hors de F); $f_h$, $f_{i,i+1}$, $f_{j,j+k}$, dans F.

» *Ces équations jointes à celles de* G *définissent* $H_t$.

» En prenant pour G le symétrique de degré 2 ou l'alterné de degré 3, on obtient immédiatement pour le symétrique et l'alterné de degré $t$ les systèmes d'équations trouvés autrement par M. Moore. *Ces systèmes équivalent respectivement à* ($\varepsilon=\frac{1}{2}[1-(-1)^t]$).

$$b^t=a^2=(ab^{-1}ab)^3=(ab^{-x}ab^x)^2=1,\qquad x=2,\ldots,\tfrac{1}{2}(t-\varepsilon);$$
$$b^{t-2}=a_0^3=a_1^2=(a_0a_1)^3=(a_1b^{-1}a_1b)^3=(a_0b^{-y}a_1b^y)^3=(a_1b^{-z}a_1b^z)^2=1,$$
$$y=2,\ldots,\tfrac{1}{2}(t-2-\varepsilon);\qquad z=1,\ldots,\tfrac{1}{2}(t-2-\varepsilon).$$

» En prenant pour G le groupe de degré 19 et d'ordre 48 engendré par

$$ab.cf.dg.eh.im.kn.lo.pq=\alpha_1=\beta_1,\qquad ac.bf.di.ek.gm.hn.lp.oq=\alpha_2=\beta_2,$$
$$ad.bg.ci.el.fm.ho.kp.nq=\alpha_3,\qquad ae.bh.ck.dl.fn.go.ip.mq=\alpha_4,$$
$$rst.bcf.del.hpm.ino.kqg=\alpha_0$$

[défini par $\alpha_i^2=1$, $\alpha_i\alpha_k=\alpha_k\alpha_i\,(i,k=1,2,3,4)$, $\alpha_0^3=1$, $\alpha_0^{-1}\alpha_1\alpha_0=\alpha_2$, $\alpha_0^{-1}\alpha_2\alpha_0=\alpha_1\alpha_2$, $\alpha_0^{-1}\alpha_3\alpha_0=\alpha_4$, $\alpha_0^{-1}\alpha_4\alpha_0=\alpha_3\alpha_4$] et en adjoignant les substitutions

$$\zeta=ua.rb.sf.tc.de.hm.in.gk,\qquad \rho=vu.rs.el.in.mp.cq.bg.fk,$$
$$\sigma=wv.st.cf.in.de.gh.pq.km,\qquad \tau=yw.rs.bf.in.gk.dh.em.lp,$$
$$\upsilon=zy.rs.bc.mp.gq.do.il.en,$$

on obtient un groupe cinq fois transitif de degré 24 (*cf.* Mathieu, *Liouville*, 1873) qui, en posant $\theta=\alpha_4\alpha_0$, d'où $\alpha_3=\zeta\theta\zeta(\zeta\theta)^{-1}$, $\alpha_4=\theta^{-1}\alpha_3\theta$, $\alpha_0=\alpha_4\theta$, et $\beta_3=(\alpha_1\zeta)^2$, $\beta_4=(\alpha_3\alpha_0)^{-1}\alpha_1\alpha_3\alpha_0$, est défini par

$$\beta_i^2=1,\qquad \beta_i\beta_k=\beta_k\beta_i,\qquad \zeta^2=\theta^3=(\zeta\theta)^5=1,\qquad i,k=1,2,3,4,$$
$$\theta^{-1}\beta_1\theta=\beta_2,\qquad \theta^{-1}\beta_2\theta=\beta_1\beta_2,\qquad \theta^{-1}\beta_3\theta=\beta_2\beta_4,\qquad \theta^{-1}\beta_4\theta=\beta_3\beta_4,$$
$$\zeta\beta_1\zeta=\beta_1\beta_3,\qquad \zeta\beta_2\zeta=\beta_2\beta_3\beta_4,\qquad \zeta\beta_3\zeta=\beta_3,\qquad \zeta\beta_4\zeta=\beta_4,$$
$$(\rho\zeta)^3=(\rho\alpha_0\beta_3)^3=(\rho\alpha_0)^2=(\rho\alpha_3)^2=1,\qquad (\rho\alpha_1)^2=\alpha_3,\qquad (\rho\beta_2)^2=\beta_1\alpha_3\alpha_4,$$
$$(\sigma\zeta)^2=(\sigma\rho)^3=(\sigma\alpha_0)^2=(\sigma\beta_1)^2=1,\qquad (\sigma\beta_2)^2=\beta_1,\qquad \sigma\alpha_3\sigma=\alpha_4,$$
$$(\tau\zeta)^2=(\tau\rho)^2=(\tau\sigma)^3=(\tau\alpha_0)^2=(\tau\beta_2)^2=1,\qquad (\tau\beta_1)^2=\beta_2,\qquad \tau\alpha_3\tau=\beta_1\alpha_4,$$
$$(\upsilon\rho)^2=(\upsilon\tau)^3=(\upsilon\alpha_0)^2=1,\qquad (\upsilon\sigma)^2=\alpha_0,\qquad \upsilon\zeta\upsilon=\alpha_0^{-1}\zeta\alpha_0,$$
$$\upsilon\beta_1\upsilon=\beta_2,\qquad \upsilon\alpha_3\upsilon=\beta_1\alpha_3\alpha_4.$$

» On voit que le groupe d'ordre 960 fixant quatre symboles est de la forme BI, $B = (\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4)$ étant invariant et I icosaédral; B a les systèmes d'intransitivité $a, b, c, f$; $d, g, \iota, m$; $e, h, k, n$; $r. s, t, u$.

» On peut exprimer assez simplement $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \zeta, \rho, \sigma, \tau$ par $\alpha_1$ et $\omega = \tau\sigma\rho\zeta\ (\omega^5 = 1)$.

» En prenant pour G le groupe semi-métacyclique d'ordre $\frac{1}{2}p(p-1)$ ($p$ premier) et de degré $p$, on trouve que *le seul groupe deux fois transitif de degré $p+1$ et d'ordre $\frac{1}{2}p(p^2-1)(p>2)$ est le groupe modulaire, sauf si $p=7$*. Les équations du groupe modulaire sont

$$a^p = b^{\frac{p-1}{2}} = c^2 = 1, \quad b^{-1}ab = a^{\alpha^2}, \quad cbc = b^{-1}, \quad cac = a^{\alpha^{2\rho+\varepsilon}} c b^{\rho+\frac{1}{4}(p-1-2\varepsilon)} a^{\alpha^{2\rho+\varepsilon}}$$

$\left(\alpha \text{ racine primitive quelconque de } p;\ \rho \text{ entier quelconque; } \varepsilon = \frac{1}{2}\left[1 - \left(\frac{-1}{p}\right)\right]\right)$, la dernière permettant d'éliminer $b$. Si, pour $p=7$, on prend $\alpha = 3$, $\rho = 0$, on retrouve les équations de M. Dyck. Le seul autre groupe de degré 8 et d'ordre 168 deux fois transitif est engendré par $1234567 = a$, $235.476 = b$, $18.24.37.56 = c$, et défini par $a^7 = b^3 = c^2 = 1$, $b^{-1}ab = a^2$, $cbc = b$, $cac = a^5ca^3$. Il contient un diviseur normal d'ordre 8 formé des $a^{-x}ca^x$ et de l'unité.

» En prenant pour G un groupe cyclique d'ordre $p^n - 1$, on obtient un seul groupe deux fois transitif de degré $p^n$ et d'ordre $p^n(p^n-1)$. Il est défini par

$$a^{p^n-1} = b^2 = 1, \quad ba^\xi b = a^\eta ba^\zeta, \quad g^\zeta \equiv 1 - g^\xi \pmod p,$$
$$\eta = \xi - \zeta + \tfrac{1}{4}(p^n-1)[1-(-1)^p],$$

$g$ étant une racine primitive quelconque de $g^{p^n-1} \equiv 1 \pmod p$ et $\xi$ parcourant une série de valeurs telles que les équations répondant aux valeurs restantes $(\bmod\, p^n - 1)$ de $\xi$ résultent du système. Ainsi, pour $p=2$ et $n = 3, 4, 5, 6, 7$, il suffit de faire $\xi = 1$ et l'on peut prendre respectivement $\xi = 3, 4, 18, 6, 7$; si d'ailleurs, pour $p=2$, on peut trouver $g$ tel que $\zeta < 2n$, il résulte d'un théorème de M. Burnside qu'il suffit de faire $\xi = 1$. Pour $p=3$, $n=2$, il suffit de faire $\xi = 1$ et l'on peut prendre $\zeta = 2$.

» Le groupe de degré $p^n+1$, d'ordre $p^n(p^{2n}-1) = N$, trois fois transitif de Mathieu sera défini si l'on joint aux équations précédentes $c^2 = (ca)^2 = (cb)^3 = 1$. Pour $p=2$, $n=3$, $N=504$, on obtient ainsi $(a = cb, b = ad^2a^3da^2)$ $a^2 = d^3 = (d^2a^3da^2)^2 = (dad^2a)^2 = (d^2ad^2a^3)^2 = 1$,

d'où, pour $\alpha = bda$, $\beta = aba^6 (a = \alpha^5 \beta\alpha^2 \beta\alpha^3 \beta\alpha^4,\ d = \alpha^3 \beta\alpha^5)$, les équations de M. Burnside

$$\alpha^7 = \beta^2 = (\alpha\beta)^3 = (\alpha^3 \beta\alpha^5 \beta\alpha^3)^2 = 1.$$

« L'équivalence des deux systèmes se vérifie directement. »

HYDRAULIQUE. — *Sur les lois des montées de Belgrand et les formules du débit d'un cours d'eau.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Maurice Lévy. (Extrait par l'Auteur.)

« On sait, et l'on peut vérifier d'une manière suffisamment rigoureuse, qu'étant donnés une rivière BDA et un affluent CD, les points B et C étant à l'amont de A, on peut écrire sensiblement, quand le régime est permanent ou quasi permanent,

$$(1) \qquad Q_A(t_A) = Q_B(t_B) + Q_C(t_C),$$

$Q_A$, $Q_B$, $Q_C$ étant les débits aux temps $t_A$, $t_B$, $t_C$ convenablement choisis. Cette formule conduit à la relation

$$(2) \qquad f_A(h_A) = f_B(h_B) + f_C(h_C),$$

si l'on admet que le débit Q est une fonction de la hauteur $h$ seulement. Elle représente une surface dans un espace à trois dimensions.

» La relation (2) est utilisée pour l'annonce des crues. Or on y emploie également des formules linéaires de la forme

$$(3) \qquad \Delta h_A = a_1 \Delta h_B + a_2 \Delta h_C,$$

donnant la montée $\Delta h_A$ en fonction des montées $\Delta h_B$, $\Delta h_C$ : $a_1$ et $a_2$ ne dépendent que d'un seul paramètre variable $t$.

» Si alors on considère la loi (3) et soit la loi (2), soit même la loi plus générale $h_A = F(h_B, h_C)$, comme exactes pour la partie ABCD d'un cours d'eau et d'un affluent, au moins pour une certaine catégorie de crues, on peut en déduire les conséquences suivantes :

» I. Si $h_A = F(h_B, h_C)$ et si (3) a lieu, la surface représentée par cette équation est développable.

» II. Si (2) et (3) ont lieu, (2) est une surface développable. Par suite : 1° ou bien (2) est linéaire (cas à écarter au point de vue pratique); 2° ou

bien les équations $f'_A = 0$, $f'_B = 0$, $f'_C = 0$ n'ont aucune racine finie; 3° ou bien

$$(4) \qquad \begin{cases} f_A = M_A(h_A + \gamma_A)^k + \gamma'_A, \qquad f_B = M_B(h_B + \gamma_B)^k + \gamma'_B, \\ \qquad\qquad f_C = M_C(h_C + \gamma_C)^k + \gamma'_C, \end{cases}$$

les M, $\gamma$, $\gamma'$ étant des constantes telles que

$$\gamma'_A = \gamma'_B + \gamma'_C.$$

» Enfin, si l'on admet que Q ne soit, en un point d'un cours d'eau, de section rectangulaire, fonction que de $i$, $i'$, $l$, $h$, $g$ ($i$, $i'$ pentes de surface et de fond, $l$ largeur, $h$ hauteur, $g$ intensité de la pesanteur), la formule (4), quand on suppose $f(0) = 0$, conduit à cette valeur de la vitesse moyenne :

$$U = \psi(i, i')\frac{l^{\frac{3}{2}-k}}{h}(h + \gamma)^k\sqrt{g} + \frac{\gamma'}{lh}.$$

» Si l'on admet que U reste fini et $\neq 0$ quand $l$ croît indéfiniment, on en conclut $k = \frac{3}{2}$, valeur conforme à celle que donnent l'expérience et le raisonnement dans un grand nombre de cas [1].

» De même, en partant de (2) et de lois quadratiques du genre de celles employées par M. Breuillé et qui correspondent à une famille de cônes ayant un sommet commun et tangents à la surface (3), on voit que (3) est un cône, et l'on est conduit aux mêmes conséquences II (le deuxième cas étant ici impossible).

» Ces théorèmes peuvent être considérés comme la réciproque de ceux que nous venons d'indiquer dans le *Journal de l'École Polytechnique*. Nous y avons montré, en effet, qu'en partant de la loi (2), quand on donne aux $f$ la valeur (4) (où, il est vrai, $\gamma' = 0$), on pouvait en déduire l'exactitude de la loi des montées de Belgrand (loi linéaire homogène) et d'une loi quadratique de M. Breuillé [2], en sorte *que ces lois sont en réalité, non des lois empiriques, mais des lois théoriques approximatives.* »

---

(1) Boussinesq, *Essai sur la théorie des eaux courantes*, p. 474.

(2) *Annales des Ponts et Chaussées*, août 1896, p. 128 et suiv.

PHYSIQUE. — *Isochores de l'éther de* $1^{cc}$ *à* $1^{cc},85$. Note de **Edouard Mack**, présentée par M. Lippmann.

« Les valeurs du volume de l'éther données dans une Note précédente (¹) vérifient la loi très simple découverte par M. Amagat (²) : *A volume constant, l'augmentation de pression est proportionnelle à l'accroissement de température,* ou bien : *le coefficient de pression* $\frac{dp}{dt}$ *est fonction du volume seul.* C'est-à-dire que les lignes d'égal volume ou *isochores* sont des droites :

$$p = \alpha t + \beta,$$

$\alpha$ étant le coefficient de pression et $\beta$ une constante fonction du volume seul également (³).

» La Table II donne les pressions sur des isochores d'après les mesures (⁴) et, au-dessous de chacune d'elles, l'écart avec la pression calculée au moyen des coefficients $\alpha$ et $\beta$ de la Table III. Les coefficients ont été déterminés de manière à rendre la moyenne des valeurs absolues des écarts $\frac{\Sigma e}{n}$ aussi petite que possible. La répartition des écarts sur chaque isochore révèle une légère courbure, mais les isochores de M. Amagat présentent une courbure tout aussi petite en sens contraire. Vu leur petitesse, les écarts peuvent très bien être attribués aux erreurs des mesures seulement (⁵). La rigueur de la loi de M. Amagat n'est donc pas infirmée par ces mesures qui s'adressent à une région nouvelle.

» En portant $v$ en abscisse, $\alpha$ et $\beta$ en ordonnées, on obtient deux courbes très régulières sur lesquelles on peut interpoler exactement les valeurs de

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 952, Table I.

(²) E.-H. Amagat, *loc. cit.*, et *Statique expérimentale des fluides* (*Rapports du Congrès international de Physique* de 1900, t. I, p. 559).

(³) Si $t$ est la température absolue, $\beta$ s'annule quand $v$ devient très grand, soit pour un gaz parfait.

(⁴) Ces pressions ont été interpolées par calculs de paraboles et par graphiques sur les isothermes de la Table I.

(⁵) Notamment à des erreurs dans la détermination de l'isobare fondamentale, plus difficiles à éviter que pour les isothermes, vu la durée beaucoup plus grande de chaque mesure (vingt à trente minutes). Les pertes de liquide par le manomètre sont alors sensibles et ne peuvent pas être évaluées exactement.

$\alpha$ et $\beta$ correspondant à des volumes quelconques. Ainsi la Table III définit pratiquement la relation existant entre $p$, $v$ et $t$ dans toute la région comprise entre 100° et 206° et entre $1^{cc}$ et $1^{cc},85$.

TABLE II. — *Pressions interpolées.*

| $v$. | 100°,95. | 112°,4. | 122°,5. | 136°,6. | 148°,9. | 151°,75. | 161°,9. | 172°,7. | 182°,3. | 187°,6. | 192°,0. | 204°,2. | 206°,3. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,000... | 990 | » | » | » | » | 1455 | » | » | » | » | » | 1948 | » |
| | +2 | » | » | » | » | —4 | » | » | » | » | » | +2 | » |
| 1,025... | 760,6 | » | » | » | » | 1194 | » | » | » | » | » | 1651 | » |
| | +1,4 | » | » | » | » | —3 | » | » | » | » | » | +1 | » |
| 1,050... | 569,9 | » | » | » | » | 976 | » | » | » | » | » | 1393 | » |
| | +0,4 | » | » | » | » | —1 | » | » | » | » | » | 0 | » |
| 1,075... | 426,1 | 508,5 | 578,0 | 677,7 | 770,2 | 791,3 | 859,3 | 941,5 | 1019,8 | 1056,8 | » | 1180,6 | 1201,3 |
| | +6,3 | +4,6 | —0,1 | —4,1 | —2,0 | —1,9 | —8,5 | —5,6 | +2,0 | +0,3 | » | +1,8 | +7,2 |
| 1,100... | 306,6 | 381,3 | 448,0 | 540,3 | 624,0 | 641,4 | 709,5 | 784,6 | 850,7 | 885,7 | » | 1001,2 | 1014,4 |
| | +4,5 | +2,0 | +0,7 | —2,0 | —1,3 | —3,1 | —3,4 | —2,1 | +0,3 | —0,4 | » | +3,2 | +2,2 |
| 1,150... | » | » | 256,0 | 335,5 | 403,8 | 419,7 | 476,5 | 538,6 | 597,0 | 627,0 | 653,0 | 722,0 | 735,1 |
| | » | » | +2,3 | +1,1 | —1,0 | —1,6 | —2,8 | —2,6 | +0,7 | +0,4 | +1,1 | +1,3 | +1,2 |
| 1,200... | » | » | 129,5 | 197,1 | 258,5 | 271,0 | 319,5 | 375,1 | 421,8 | 447,7 | 468,5 | 529,8 | 541,1 |
| | » | » | +0,9 | —0,5 | +0,9 | —0,9 | —2,2 | +0,4 | +0,1 | +0,2 | —0,7 | +0,3 | +1,8 |
| 1,250... | » | » | 52,4 | 106,6 | 160,3 | » | 213,9 | 262,0 | 301,4 | 325,6 | 344,0 | 394,6 | 404,9 |
| | » | » | +3,6 | —1,9 | —0,5 | » | —1,9 | +0,3 | —1,0 | +0,8 | +0,5 | —0,6 | +0,8 |
| 1,300... | » | » | » | 49,0 | 94,6 | » | 142,0 | 182,5 | 217,5 | 237,8 | 253,5 | 298,6 | 307,8 |
| | » | » | » | +0,1 | +0,1 | » | —0,5 | 0 | —0,5 | +0,2 | —0,4 | —0,4 | 0,9 |
| 1,350... | » | » | » | » | 52,8 | » | 93,2 | 128,1 | 159,2 | 176,0 | 191,2 | » | 237,5 |
| | » | » | » | » | +1,2 | » | —0,5 | —0,4 | —0,3 | —0,6 | +0,4 | » | +0,4 |
| 1,400... | » | » | » | » | » | » | 60,1 | 90,4 | 117,9 | 132,6 | 145,7 | » | 186,5 |
| | » | » | » | » | » | » | +0,2 | —0,1 | 0 | —0,5 | —0,1 | » | +0,2 |
| 1,450... | » | » | » | » | » | » | 38,3 | 64,9 | 88,7 | 101,8 | 113,5 | » | 150,0 |
| | » | » | » | » | » | » | +0,5 | 0 | —0,4 | —0,6 | +0,1 | » | +0,7 |
| 1,500... | » | » | » | » | » | » | » | 47,6 | 68,5 | 80,5 | 90,8 | » | 122,5 |
| | » | » | » | » | » | » | » | 0 | +1,4 | —0,3 | +0,1 | » | —0,1 |
| 1,550... | » | » | » | » | » | » | » | 36,1 | 54,9 | 65,6 | 74,8 | » | 103,2 |
| | » | » | » | » | » | » | » | +0,3 | —0,2 | —0,2 | +0,3 | » | +0,1 |
| 1,600... | » | » | » | » | » | » | » | » | 45,3 | 54,8 | 63,1 | » | 88,7 |
| | » | » | » | » | » | » | » | » | 0 | 0 | +0,3 | » | —0,1 |
| 1,650... | » | » | » | » | » | » | » | » | 39,0 | 47,0 | 54,8 | » | 78,6 |
| | » | » | » | » | » | » | » | » | +0,4 | —0,4 | +0,1 | » | +0,1 |
| 1,700... | » | » | » | » | » | » | » | » | 34,2 | 42,1 | 48,8 | » | 71,0 |
| | » | » | » | » | » | » | » | » | +0,1 | —0,1 | —0,2 | » | +0,2 |
| 1,750... | » | » | » | » | » | » | » | » | » | 38,4 | 44,6 | » | 65,1 |
| | » | » | » | » | » | » | » | » | » | 0 | —0,1 | » | +0,2 |
| 1,800... | » | » | » | » | » | » | » | » | » | 35,7 | 41,6 | » | 60,4 |
| | » | » | » | » | » | » | » | » | » | 0 | +0,1 | » | 0 |
| 1,850... | » | » | » | » | » | » | » | » | » | 34,1 | 39,7 | » | 57,1 |
| | » | » | » | » | » | » | » | » | » | —0,1 | +0,1 | » | —0,1 |

» Les mesures de M. Amagat dans cette région atteignent $1033^{kg}$ : $1^{cq}$ et déterminent $\alpha$ jusqu'à $1^{cc},2$. Ces valeurs de $\alpha$ ne diffèrent pas de plus de $\frac{1}{30}$ de celles du Tableau III. MM. Ramsay et Young ont déterminé $\alpha$ et $\beta$

à partir de $1^{cc},4$ jusqu'à l'état gazeux. Aux volumes $1^{cc},8$ et $1^{cc},85$, leurs coefficients coïncident avec ceux de la Table III à plus du $\frac{1}{200}$ près. Mais

Table III. — *Isochores de l'éther.*

| $v$. | $\alpha = \frac{dp}{dt}$. | $\beta$. | $\frac{\Sigma e}{n}$. | $v$. | $\alpha = \frac{dp}{dt}$. | $\beta$. | $\frac{\Sigma e}{n}$. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,000 | 9,28 | +51 | 2,67 | 1,400 | 2,85 | —401,6 | 0,18 |
| 1,025 | 8,63 | —112 | 1,80 | 1,450 | 2,51 | —369,5 | 0,38 |
| 1,050 | 7,97 | —235 | 0,47 | 1,500 | 2,23 | —337,5 | 0,14 |
| 1,075 | 7,35 | —322,2 | 3,70 | 1,550 | 2,00 | —309,5 | 0,22 |
| 1,100 | 6,74 | —378,3 | 2,10 | 1,600 | 1,81 | —284,7 | 0,10 |
| 1,150 | 5,73 | —448,3 | 1,45 | 1,650 | 1,66 | —264,0 | 0,25 |
| 1,200 | 4,90 | —471,6 | 0,85 | 1,700 | 1,53 | —244,8 | 0,15 |
| 1,250 | 4,24 | —476,6 | 1,19 | 1,750 | 1,42 | —228,0 | 0,10 |
| 1,300 | 3,70 | —456,5 | 0,34 | 1,800 | 1,32 | —211,9 | 0,03 |
| 1,350 | 3,23 | —429,3 | 0,54 | 1,850 | 1,23 | —196,5 | 0,10 |

au-dessous de $1^{cc},8$ leurs valeurs expérimentales de $\alpha$ sont tout à fait divergentes et inadmissibles, parce que leurs mesures ne sont pas assez étendues; elles n'ont pas dépassé $56^{kg}$ : $1^{cq}$. Leur Table commence donc à être utilisable justement là où s'arrête la Table III. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mesure de la période des oscillations électriques par le miroir tournant.* Note de M. **L. Décombe**, présentée par M. Lippmann.

« Les récentes expériences du lieutenant de vaisseau Tissot, grâce aux renseignements qu'elles fournissent sur la période et l'amortissement des oscillations électriques utilisées dans la télégraphie sans fils et en permettant, par suite, une étude méthodique de la question, contribueront sans doute largement au perfectionnement de ce nouveau mode de communication à distance.

» Ces expériences ont été exécutées par la méthode du miroir tournant, conformément au procédé original de Feddersen et au dispositif que j'ai moi-même adopté en 1898. Je demande la permission de donner à ce propos quelques explications complémentaires sur la méthode du miroir.

» Tout d'abord, au sujet de l'appareil que j'ai utilisé, je ne crois pas que les imperfections de cet instrument soient aussi nombreuses, ni surtout aussi graves que semble le dire M. Tissot. Construit par Froment, d'une très grande douceur à la rotation, on ne peut guère lui reprocher que ses petites dimensions et l'expulsion rapide de l'huile de graissage sous l'action centrifuge de la rotation.

» Cette dernière circonstance n'est d'ailleurs que de très minime importance, la durée du fonctionnement de l'appareil n'ayant jamais excédé 3 ou 4 minutes dans les circonstances les plus défavorables de mes expériences. Quant aux dimensions restreintes du miroir, elles ont effectivement rendu ma tâche plus difficile, à cause du peu de lumière concentrée par le miroir. Cependant, l'emploi d'une lentille collimatrice à long foyer, dont M. Tissot lui-même s'est si bien trouvé, en rendant possible la variation *indépendante* du facteur de dissociation $\frac{\varepsilon'}{f}$ et du coefficient d'éclairement de l'image, m'a permis, comme on le sait, d'obtenir des épreuves nettes (1) et intenses fournissant, par leur étude, toutes les circonstances du phénomène.

» Nous supposerons, en toute généralité, que l'action chimique I sur la plaque soit une fonction quelconque de l'intensité lumineuse de l'étincelle, et celle-ci, à son tour, une fonction quelconque de l'intensité du courant dans l'excitateur, cette dernière étant supposée fonction sinusoïdale du temps

$$i = \mathrm{A} \sin 2\pi \frac{t}{\mathrm{T}}.$$

» Nous pourrons écrire en résumé :

$$\mathrm{I} = \varphi(i).$$

» Soit $\varepsilon'$ la largeur sur la plaque photographique de l'image de l'étincelle. Nous allons exprimer la différence d'intensité des maxima et des minima successifs de l'épreuve en tenant compte du fait que, par suite de la largeur de l'image, un point donné de la plaque est impressionné successivement par des actions lumineuses dont l'intensité est continûment variable. L'action totale chimique en un point donné de l'épreuve sera exprimé par l'intégrale

$$\mathfrak{J} = \int_t^{t+\tau} \varphi \, dt = \Phi(t+\tau) - \Phi(t),$$

$\tau$ désignant la durée totale de l'impression en un point, laquelle est donnée par

$$\tau = \mathrm{T} \frac{\varepsilon'}{2\Delta},$$

$\Delta$ étant la distance parcourue par l'étincelle sur la plaque pendant la durée $\frac{\mathrm{T}}{2}$ d'une demi-période $\left(\text{cette quantité } \Delta \text{ est égale à } \frac{\omega f \mathrm{T}}{2}, \text{ où } \omega \text{ représente la vitesse angulaire du miroir et } f \text{ sa distance à la plaque photographique}\right)$.

(1) C'est par erreur que M. Tissot signale le miroir que j'ai employé comme donnant des images multiples. C'était un miroir concave argenté sur la face *antérieure*.

» La quantité $\mathfrak{J}$ sera évidemment une fonction périodique du temps et la différence $\mathfrak{J}_M - \mathfrak{J}_m$ entre ses valeurs maxima et minima exprimera la netteté de l'épreuve.

» Or, en général, cette quantité $\mathfrak{J}_M - \mathfrak{J}_m$ admettra un maximum par rapport à $\tau$, correspondant à la relation

$$\frac{d\mathfrak{J}_M}{d\tau} - \frac{d\mathfrak{J}_m}{d\tau} = 0,$$

» Pour la valeur de $\tau$ définie par cette relation, c'est-à-dire pour la valeur $\varepsilon'_1 = \frac{2\tau_1\Delta}{T}$ de $\varepsilon'$, l'épreuve présentera son maximum de netteté.

» Dans le cas particulier où l'on suppose comme première approximation l'action chimique proportionnelle au carré de l'intensité du courant dans l'excitateur, on trouve aisément

$$\varepsilon'_1 = \frac{\Delta}{4} = \frac{\omega f T}{8},$$

c'est-à-dire

$$\frac{\varepsilon'_1}{f} = \frac{\omega T}{8}.$$

» Telle est la valeur qu'il convient d'attribuer au facteur de dissociation.

» Ainsi il convient de donner au facteur de dissociation une valeur très petite, *mais bien déterminée,* tandis que, d'autre part, on peut et l'on doit augmenter sans restriction l'éclairement de l'image, les épreuves étant toujours sous-exposées.

» *Or ce double résultat ne peut s'obtenir que par un réglage indépendant des deux facteurs en jeu, et tel est précisément le rôle de la lentille collimatrice.*

» Dans un autre passage de sa Note, M. Tissot considère comme *ne présentant pas une garantie suffisante d'exactitude* la mesure de la vitesse de rotation par le moyen du son d'axe.

» Évidemment, quand on emploie ce dernier procédé, la valeur du résultat dépend essentiellement de l'observateur. On peut admettre cependant qu'il n'est pas nécessaire d'avoir une oreille bien exercée pour reconnaître un écart de $\frac{1}{4}$ de ton. Dans le cas de mes expériences, l'instrument de comparaison était l'harmonium, dont les sons ronflants et continus se rapprochent beaucoup de ceux donnés par le miroir en rotation. Rien n'est plus facile, dans ces conditions, que de monter la gamme chromatique sur l'instrument en accompagnant le son du miroir et d'apprécier sans difficulté aucune le $\frac{1}{4}$ de ton.

» En admettant ce chiffre pour base d'appréciation, on voit que l'erreur

relative qui atteint de ce chef le résultat de la mesure ne dépasse guère $\frac{1}{48}$, soit $\frac{1}{50}$ en chiffres ronds.

» Je n'hésite pas, d'ailleurs, à reconnaître que j'ai entièrement négligé d'atteindre cette précision (en assurant une constance suffisante à la rotation du miroir), et cela pour la raison que la mesure définitive de la période est entachée d'une erreur beaucoup plus importante que M. Tissot, pas plus que moi, n'a pu éviter. Quelque nettes que soient, en effet, les épreuves, leur mode de production même fait qu'on observe sur la plaque une variation périodique et *continue* de l'intensité dans laquelle il est extrêmement difficile de déterminer la position exacte du maximum.

» Il résulte de là une erreur relative importante qui dépasse, et de beaucoup, celle qui peut résulter de l'emploi du *son d'axe* pour la mesure de la vitesse angulaire du miroir.

» Abstraction faite de ces diverses remarques, je suis heureux de constater que M. Tissot est d'accord avec moi pour affirmer l'unicité de la période des excitateurs électriques, quelque opposés que puissent paraître certains résultats d'expériences trop compliquées pour être discutées avec fruit. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le spectre de bandes de l'azote dans l'étincelle oscillante.* Note de M. **G.-A. Hemsalech**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai montré [1] qu'en insérant une self-induction dans le circuit de décharge d'un condensateur, le spectre de lignes de l'air disparaît, et que pour certains métaux on obtient un spectre de bandes que j'avais attribué à l'azote; la faible dispersion dont je m'étais servi ne me permettait pas de comparer ce spectre à celui étudié par M. Hasselberg [2] dans le tube de Geissler.

» En étudiant les spectres d'étincelle d'un certain nombre de métaux avec un appareil plus dispersif, j'ai pu mesurer les longueurs d'onde des raies de la première bande violette et de la bande ultra-violette; pour la bande violette, je donne aussi les nombres [3] de M. Hasselberg pour prouver que les deux spectres sont identiques.

---

(1) G.-A. Hemsalech, *Journal de Physique*, 3e série, t. VIII, p. 642; 1899.
(2) Hasselberg, *Mém. Acad. Saint-Pétersbourg*, t. XXXII, n° 15; 1885.
(3) Réduits à l'étalon de Rowland.

*Première bande violette.*

| Longueurs d'onde. Étincelle oscillante. | Longueurs d'onde. Tube de Geissler. M. Hasselberg. | Longueurs d'onde. Étincelle oscillante. | Longueurs d'onde. Tube de Geissler. M. Hasselberg. | Longueurs d'onde. Étincelle oscillante. | Longueurs d'onde. Tube de Geissler. M. Hasselberg. |
|---|---|---|---|---|---|
| 4278,4 | 8,6 | 4268,9 | 8,6 | 4254,9 | 4,5 |
| 76,3 | 6,2 | 67,8 | 7,5 | 53,4 | } 52,8 |
| 75,6 | 5,6 | 66,6 | 6,3 | 52,8 | |
| 74,9 | 5,0 | 65,3 | 5,1 | 51,1 | 0,9 |
| 74,2 | » | 64,0 | 3,7 | 49,2 | 9,1 |
| 73,6 | 3,5 | 62,5 | 2,3 | 47,5 | 7,1 |
| 72,8 | 2,7 | 61,2 | 0,9 | 45,4 | 5,2 |
| 72,0 | 1,8 | 59,6 | 9,4 | 43,3 | 3,2 |
| 71,1 | 0,8 | 58,1 | 7,8 | 41,2 | 1,0 |
| 70,0 | 9,8 | 56,4 | 6,1 | 39,0 | (7,1)? |

*Bande ultra-violette.*

| λ. | Intensités (¹). | λ. | Intensités. | λ. | Intensités. |
|---|---|---|---|---|---|
| 3914,4 | 8 | 3898,6 | 2 | 3877,0 | 0 |
| 13,9 | 3 | 98,0 | 2 | 76,6 | 1 |
| 13,6 | 0 | 97,4 | 1 | 75,6 | 3 |
| 13,4 | 3 | 96,7 | 2 | 74,9 | 0 |
| 13,0 | 0 | 96,1 | 3 | 73,6 | 3 |
| 12,6 | 3 | 94,9 | 3 | 73,0 | 0 |
| 12,2 | 0 | 93,5 | 3 | 71,8 | 2 |
| 11,6 | 3 | 92,0 | 3 | 71,4 | 3 |
| 11,2 | 1 | 90,6 | 3 | 71,0 | 2 |
| 10,6 | 3 | 89,1 | 3 | 69,8 | 3 |
| 10,0 | 1 | 87,5 | 3 | 68,6 | 1 |
| 09,3 | 3 | 86,0 | 3 | 67,8 | 3 |
| 08,6 | 1 | 84,2 | 3 | 66,2 | 0 |
| 07,8 | 3 | 83,2 | 3 | 65,6 | 3 |
| 07,1 | 1 | 82,6 | 3 | 63,7 | 3 |
| 06,2 | 3 | 80,9 | 3 | 62,6 | 00 |
| 05,2 | 2 | 80,4 | 0 | 61,6 | 3 |
| 04,3 | 3 | 80,1 | 0 | 60,9 | 2 |
| 03,2 | 2 | 79,8 | 0 | 59,5 | 3 |
| 02,4 | 3 | 79,3 | 3 | 57,8 | 2 |
| 01,1 | 2 | 78,5 | 0 | 57,1 | 3 |
| 00,1 | 3 | 78,1 | 0 | 55,9 | 0 |
| 3899,1 | 1 | 77,4 | 3 | 55,0 | 3 |

(¹) 8 étant l'intensité maximum et 00 l'intensité minimum.

| λ. | Intensités. | λ. | Intensités. | λ. | Intensités. |
|---|---|---|---|---|---|
| 3854,3 | 0 | 3838,6 | 0 | 3814,7 | 00 |
| 53,6 | 0 | 37,7 | 2 | 13,2 | 0 |
| 52,8 | 2 | 36,7 | 1 | 12,2 | 00 |
| 51,6 | 1 | 35,3 | 2 | 10,2 | 1 |
| 50,6 | 1 | 33,2 | 0 | 07,4 | 00 |
| 50,2 | 1 | 32,5 | 2 | 04,1 | 1 |
| 50,0 | 1 | 31,1 | 0 | 01,1 | 00 |
| 49,2 | 0 | 30,0 | 1 | 3798,1 | 0 |
| 48,5 | 0 | 29,0 | 0 | 95,1 | 0 |
| 48,0 | 0 | 28,3 | 0 | 92,0 | 0 |
| 47,6 | 2 | 27,2 | 1 | 89,0 | 0 |
| 45,4 | 2 | 26,2 | 00 | 85,6 | 0 |
| 44,4 | 0 | 25,4 | 00 | 82,4 | 0 |
| 44,1 | 0 | 24,6 | 1 | 79,1 | 0 |
| 43,2 | 1 | 21,7 | 1 | 76,0 | 00 |
| 42,7 | 2 | 19,0 | 0 | 75,2 | 0 |
| 40,5 | 2 | 17,9 | 0 | 72,3 | 0 |
| 39,5 | 0 | 16,0 | 1 | 69,1 | 00 |

» Une deuxième bande violette, pour les raies de laquelle je ne donne pas ici les longueurs d'onde, commence à $\lambda = 4236,8$ A (4236,9 d'après M. Hasselberg). Dans cette bande j'ai pu mesurer 166 raies, parmi lesquelles se trouvent aussi celles mesurées par M. Hasselberg. J'ai pu poursuivre cette bande jusqu'à $\lambda = 3946,4$. La bande ultra-violette, qui est plus marquée, commence à $\lambda = 3914,4$ (14,3 d'après M. Deslandres et 14,6 d'après M. Neovius); elle coïncide avec une bande mesurée par M. Neovius ([1]) dans la lueur violette qui entoure l'électrode négative quand cette dernière est en cuivre.

» Toutes ces bandes, d'après les recherches de MM. Deslandres ([2]) et Hasselberg, constituent le *spectre de bandes négatif* de l'azote.

» Dans l'étincelle oscillante, ce spectre de bandes est très vif quand on emploie des électrodes en zinc; je l'ai obtenu aussi avec le cuivre, l'aluminium et l'argent.

» Comme spectre de comparaison, je me suis servi exclusivement du spectre d'étincelle oscillante du fer. La dispersion du spectrographe était

---

([1]) Neovius, *Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar*, t. XVII; 1891.

([2]) H. Deslandres, *Spectres de bandes ultra-violets des métalloïdes* (Thèse de Doctorat, Paris; 1888).

telle que je pouvais facilement résoudre sur la plaque photographique les doublets du fer :

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3760,66 | 3926,05 | et | 4638,13 |
| 3760,17 | 3925,74 | | 4637,66 |

» L'erreur maximum pour les raies de la bande ultra-violette dépassera ± 0,2 A seulement dans quelques cas exceptionnels.

» Récemment, M. J.-G. Berndt (¹) a publié les longueurs d'onde d'un spectre de bandes qu'il a obtenu dans l'étincelle oscillante et qu'il attribue à l'azote; mais ses nombres diffèrent tellement de ceux de MM. Deslandres, Hasselberg, Neovius et des miens, qu'il me semble impossible d'y reconnaître le spectre de l'azote.

» Il résulte donc de mes mesures que le spectre de bandes obtenu dans l'étincelle oscillante avec certains métaux est identique au spectre de bandes de l'azote du pôle négatif. Je n'ai trouvé aucune bande de pôle positif. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Mesure rapide des tensions superficielles.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **L. Perrot**, présentée par M. Duclaux.

« Au cours de recherches sur la mesure des tensions superficielles par la méthode des gouttes, recherches qui feront l'objet d'un Mémoire détaillé actuellement sous presse (²), nous avons reconnu que le mode opératoire qui donne les meilleurs résultats est celui indiqué par M. Duclaux (³); l'expérience consiste à laisser des gouttes se former librement à l'orifice capillaire d'une pipette contenant le liquide à étudier et préalablement calibrée avec un liquide type de tension superficielle connu.

» Pour obtenir des résultats exacts, les valeurs fournies par l'observation directe doivent subir deux corrections : l'une qui dépend du nombre de gouttes issues de la pipette (déjà indiquée par M. Duclaux), l'autre qui est en relation avec la durée de formation de la goutte.

» Voici les observations relatives à dix-sept composés organiques différents : $t$ re-

(¹) G. Berndt, *Annalen der Physik*, t. IV, p. 788; 1991.
(²) *Arch. Sc. ph. nat. de Genève.*
(³) Duclaux, *Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. XXI, p. 378.

présente la température de l'expérience, $n'$ le nombre de gouttes issues de la pipette, $\gamma'$ la tension superficielle en dynes déduites de mesures d'ascensions capillaires (pour les corps dont les noms sont accompagnés du signe *, les ascensions capillaires et les poids des gouttes ont été déterminés sur les mêmes échantillons), $d'$ la densité du liquide à la température de l'expérience, $\tau'$ la durée moyenne de formation d'une goutte (en secondes).

TABLEAU I.

| | $t$. | $n'$. | $\gamma'$. | $d'$. | $(d':\gamma')10^4$. | $n':n$. | R. | $\tau'$. | Γ. | $\Gamma-\gamma'$. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Orthotoluidine.......... | 54°,4 | 102,4 | 34,01 | 0,9695 | 285 | 0,924 | 0,973 | 1,62 | 34,70 | + 0,69 |
| *Benzophénone.......... | 54,3 | 104,2 | 40,15 | 1,0821 | 269 | 0,940 | 0,918 | 3,62 | 38,26 | — 1,89 |
| *Benzonitrile............ | 54,4 | 108,6 | 33,98 | 0,9731 | 286 | 0,980 | 0,976 | 1,02 | 33,70 | — 0,28 |
| *Monoéthylaniline........ | 54,4 | 108,7 | 32,06 | 0,9343 | 291 | 0,981 | 0,993 | 0,91 | 32,32 | — 0,26 |
| *Acétophénone.......... | 54,4 | 109,5 | 34,47 | 0,9983 | 290 | 0,988 | 0,989 | 0,81 | 34,38 | — 0,09 |
| *Diméthylaniline......... | 54,3 | 110,8 | 31,64 | 0,9276 | 293 | 1,000 | 1,000 | 0,74 | 31,64 | ± 0 |
| *Nitrobenzène............ | 54,3 | 116,1 | 38,48 | 1,1686 | 304 | 1,047 | 1,037 | 0,72 | 38,23 | — 0,25 |
| *Métacrésol............. | 54,7 | 118,8 | 33,01 | 1.0062 | 305 | 1,072 | 1,041 | 2,36 | 32,17 | — 0,84 |
| *Diméthylorthotoluidine.. | 55,0 | 122,9 | 27,57 | 0,8982 | 326 | 1,109 | 1,112 | 0,64 | 27.89 | + 0,32 |
| Isobutyrate de méthyle.. | 54,8 | 124,0 | 19,26 | 0,8491 | 441 | 1,118 | 1,505 | 0,35 | 26,55 | + 7,29 |
| Pipéridine............... | 55,4 | 124,6 | 25,32 | 0,8275 | 327 | 1,124 | 1,116 | 0,63 | 25,45 | + 0,13 |
| *Phénétol............... | 54,7 | 128,1 | 28,26 | 0,9333 | 330 | 1,155 | 1,126 | 0,51 | 28,08 | — 0,18 |
| *Éthyluréthane.......... | 53,8 | 129,5 | 31,33 | 1,0495 | 335 | 1,169 | 1,143 | 1,63 | 31,36 | + 0,03 |
| *Mésitylène.............. | 54,2 | 130,0 | 23,43 | 0,8303 | 354 | 1,173 | 1,208 | 0,44 | 24,66 | + 1,23 |
| Benzène................ | 55,2 | 131,0 | 23,56 | 0,8408 | 356 | 1,182 | 1,215 | 0,38 | 24,90 | + 1,34 |
| *Valéroxyme........... | 53,7 | 139,9 | 23,75 | 0,8620 | 363 | 1,263 | 1,239 | 0,50 | 24,26 | + 0,54 |
| *Bromure d'éthylène...... | 54,3 | 197 | 33,05 | 2,0990 | 635 | 1,777 | 2,167 | 0,27 | 47,56 | +14,51 |

» Prenant la diméthylaniline comme liquide type et désignant par $n$, $d$ et $\gamma$ le nombre de gouttes, la densité et la tension superficielle qui la caractérisent, les rapports $\frac{d'}{\gamma'} : \frac{d}{\gamma} = \mathrm{R}$ et $n' : n$ devraient être identiques si les tensions superficielles étaient exactement proportionnelles aux poids des gouttes.

» Les valeurs numériques de ces rapports indiquent que cette condition est imparfaitement remplie. De là la nécessité d'appliquer les deux corrections rappelées plus haut; pour la simplicité des calculs, nous les effectuons de la façon suivante.

» Conservant les notations ci-dessus ($\gamma$, $d$, $\tau$ et $n$ se rapportant au liquide type, $\gamma'$, $d'$, $\tau'$ et $n'$ à un liquide quelconque), la tension superficielle est donnée par la relation

$$(b) \qquad \Gamma_b = \mathrm{Q}\,\frac{d'}{n'}(1+\beta) + c_\tau, \qquad \mathrm{Q} = \frac{\gamma \times n}{d}$$

dans laquelle $\beta$ est un terme correctif dépendant du rapport $n' : n$ et $c_\tau$ un terme correctif relié à la durée de formation $\tau'$ de la goutte; après quelques tâtonnements, les valeurs à prendre pour $\beta$ et $c_\tau$ ont été fixées comme suit :

| $n':n$. | $\beta$. | $\tau':\tau$. | $c_\tau$. |
|---|---|---|---|
| 0,90 | −0,04 | 5 | +1,90 |
| 0,92 | −0,03 | 4 | +1,20 |
| 0,94 | −0,025 | 3 | +0,80 |
| 0,96 | −0,01 | 2 | +0,50 |
| 0,98 | +0,005 | 1,5 | +0,30 |
| 1,00 | ±0 | 1,0 | ±0 |
| 1,05 | +0,005 | 0,8 | −0,30 |
| 1,10 | +0,01 | 0,6 | −0,80 |
| 1,15 | +0,02 | 0,5 | −1,50 |
| 1,20 | +0,03 | | |
| 1,25 | +0,04 | | |

» Les deux dernières colonnes du Tableau I donnent sous la rubrique $\Gamma$ les valeurs obtenues par la relation ($b$) en négligeant la correction $c_\tau$, et sous la rubrique $\Gamma - \gamma'$ les écarts entre ces valeurs et les tensions superficielles mesurées par ascensions capillaires.

» Si l'on classe ensuite les corps par valeurs croissantes de $\tau'$ (Tableau II), on constate que les écarts $\Gamma - \gamma'$ sont en majorité positifs ou négatifs suivant que $\tau'$ est $< \tau$ ou $> \tau$, ce qui justifie, à notre avis, la correction $c_\tau$, avec cette réserve toutefois que celle-ci devient illusoire lorsque $\tau' : \tau$ est plus petit que 0,5. Le même Tableau contient sous la désignation $\Gamma_b$ les valeurs des tensions superficielles calculées par la relation ($b$), ainsi que les écarts $\Gamma_b - \gamma'$ (dernière colonne) entre ces valeurs et celles déterminées par ascensions capillaires. Il est aisé de constater que les écarts sont notablement réduits (1 à 2 pour 100 de la valeur exacte de $\gamma'$, en moyenne).

Tableau II.

| | $\tau'$. | $\tau':\tau$. | $\Gamma - \gamma'$. | $c_\tau$. | $\Gamma_b$. | $\Gamma_b - \gamma'$. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Bromure d'éthylène | 0,27 | 0,365 | +14,51 | » | » | » |
| Isobutyrate de méthyle | 0,35 | 0,473 | + 7,16 | » | » | » |
| Benzène | 0,38 | 0,514 | + 1,34 | −1,43 | 23,47 | −0,09 |
| Mésitylène | 0,44 | 0,595 | + 1,23 | −0,84 | 23,82 | +0,39 |
| Valeroxyme | 0,50 | 0,675 | + 0,51 | −0,61 | 23,65 | −0,10 |
| Phénétol | 0,51 | 0,689 | − 0,18 | −0,58 | 27,50 | −0,76 |
| Pipéridine | 0,63 | 0,851 | + 0,13 | −0,22 | 25,23 | −0,09 |
| Diméthylorthotoluidine | 0,64 | 0,865 | + 0,32 | −0,20 | 27,69 | +0,12 |
| Nitrobenzène | 0,72 | 0,973 | − 0,25 | −0,04 | 38,19 | −0,29 |
| Diméthylaniline | 0,74 | 1,000 | ± 0,00 | » | » | » |
| Acétophénone | 0,81 | 1,094 | − 0,09 | +0,05 | 34,43 | +0,04 |
| Monoéthylaniline | 0,91 | 1,229 | − 0,26 | +0,14 | 32,46 | +0,40 |
| Benzonitrile | 1,02 | 1,378 | − 0,28 | +0,23 | 33,93 | −0,05 |
| Orthotoluidine | 1,62 | 2,189 | + 0,69 | +0,56 | 35,26 | +1,25 |
| Éthyluréthane | 1,63 | 2,202 | + 0,03 | +0,56 | 31,92 | +0,59 |
| Métacrésol | 2,36 | 3,189 | − 0,84 | +0,88 | 33,05 | +0,04 |
| Benzophénone | 3,62 | 4,892 | − 1,89 | +1,82 | 40,08 | −0,07 |

» Nous croyons donc pouvoir conclure que, *lorsque le rapport* $n' : n$ *est compris entre* 0,9 *et* 1,3, *et le rapport* $\tau' : \tau$ *entre* 0,5 *et* 5,0, *la relation* (*b*) *indiquée ci-dessus permet de déduire la valeur de la tension superficielle avec une exactitude d'environ* 1 *à* 2 *pour* 100. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la variation de composition des eaux minérales et des eaux de source décelée à l'aide de la conductibilité électrique.* Note de M. **P.-Th. Muller**, présentée par M. A. Haller.

« Pour faire une étude complète d'une eau, pour établir sa composition qualitative et quantitative, l'analyse chimique est indispensable et rien ne saurait la remplacer. Mais la composition d'une eau n'est pas nécessairement invariable : est-on sûr que telle source d'eau minérale ou d'eau potable, analysée au mois de janvier, renfermera quantitativement les mêmes éléments au mois de juin, ou bien l'année suivante, ou bien après plusieurs années? On recule en général devant la longueur et les frais de plusieurs analyses chimiques complètes. Et cependant il serait bien intéressant de pouvoir suivre les variations éventuelles d'une source à partir du moment où l'analyse chimique en a été faite, de connaître l'influence des saisons ou du changement de débit à la suite d'une pluie abondante ou d'une sécheresse prolongée; il serait utile de se rendre compte des modifications dues à une infiltration accidentelle et ignorée, ou bien encore à un déboisement partiel ou total aux environs de la source.

» Les essais qui nous indiqueront les variations imprévues de nos eaux de source et nous mettront ainsi sur nos gardes devront être assez fréquents et par conséquent simples, rapides et faciles à exécuter. De plus, la propriété que l'on se propose de mesurer devra, autant que possible, n'appartenir qu'à la matière dissoute et non pas à l'eau elle-même.

» La conductibilité électrique remplit ces diverses conditions; l'expérience se fait promptement par la méthode des courants alternatifs et du téléphone; il faut s'astreindre seulement à opérer toujours à la même température, par exemple 25°,0. La *conductivité* d'une eau (c'est-à-dire la conductibilité du centimètre cube exprimée en inverse d'ohm) définit ce liquide de la même façon qu'un point de fusion définit une substance chimique; la conductibilité dépend de la nature et de la quantité des substances dissoutes, lesquelles, dans une eau potable, sont presque exclusivement constituées par des électrolytes. Sans doute deux eaux, *prises au hasard*,

qui ont la même conductibilité, n'auront pas la même composition, pas plus que deux corps qui possèdent des points de fusion pratiquement égaux ne sont nécessairement identiques; mais pour suivre les variations de composition d'une source déterminée, la méthode est irréprochable, à moins d'admettre des compensations que rien ne permet ni de prévoir, ni de justifier.

» On peut même aller plus loin : si deux sources *voisines* jaillissant du même terrain géologique, mais en apparence indépendantes l'une de l'autre, présentent la même conductibilité, on a le droit d'affirmer qu'elles sont identiques. C'est ainsi qu'après deux essais qui nous ont pris une demi-heure de temps nous avons pu prédire l'identité de deux sources d'eaux minérales qui passaient pour distinctes.

» L'analyse chimique complète constate d'abord l'identité presque absolue des extraits secs et ensuite l'identité successive des divers éléments dosés. On n'observa quelque divergence que pour la silice et l'oxyde de fer, d'ailleurs en très petite quantité. On sait que ces substances existent dans les eaux presque uniquement à l'état colloïdal, non conducteur.

» Dans une autre circonstance, nous avons découvert des variations considérables dans la composition d'une source d'eau minérale dont on allait commencer l'analyse chimique quantitative. Ces variations ont rendu inutile le long dosage des éléments; les résultats de l'analyse n'auraient eu, d'ailleurs, aucune signification précise.

» La conductibilité électrique prise pendant un certain temps, à diverses reprises, devra donc précéder toute analyse chimique complète d'une eau minérale; cette méthode permettra aussi de constater rapidement les variations diverses et souvent imprévues des eaux de source. Nous avons ains étudié, pendant un an, la conductibilité des eaux d'une source des Vosges les résultats seront publiés dans le *Bulletin de la Société chimique* (1). »

---

(1) Au cours de ce Travail, j'ai eu connaissance d'une dissertation inaugurale dans laquelle M. W. Lehnert (*Erlanger;* 1897) étudie la relation qui existe entre la conductibilité électrique de diverses eaux de source et leur extrait sec. M. Lehnert conclut à une proportionnalité approchée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le myrcénol et sa constitution.* Note de M. **Ph. Barbier**, présentée par M. H. Moissan.

« MM. Power et Kléber [1] ont obtenu par hydratation du myrcène un alcool de formule $C^{10}H^{18}O$ qu'ils ont cru devoir identifier avec le licaréol; le fait me paraissant très important au point de vue de la connaissance de la constitution du licaréol, qui est restée douteuse malgré les nombreuses recherches dont elle a été l'objet, j'ai repris l'étude de cette question. J'ai préparé une grande quantité de l'alcool de MM. Power et Kléber que j'appellerai dorénavant *myrcénol* en raison de son origine.

» Cet alcool correspond, d'après l'analyse, à la formule $C^{10}H^{18}O$.

» Le myrcénol est un liquide huileux, incolore et très odorant; il se polymérise lentement en devenant très visqueux. Son point d'ébullition est situé à 99°-101° sous 10$^{mm}$; sa densité à 14°,5 est = 0,9012; son indice à la même température et pour la raie du sodium est $n_d = 1,47787$, d'où l'on déduit, pour la réfraction moléculaire, 48,35 (la réfraction moléculaire calculée pour l'alcool $C^{10}H^{18}O$ à deux liaisons est égale à 48,60).

» L'acétate de myrcényle, préparé à l'aide de l'anhydride acétique, est un liquide incolore, légèrement huileux, très odorant et bouillant à 111°-112° sous 10$^{mm}$; il a donné à l'analyse les chiffres correspondant à la formule $C^{10}H^{17}O, C^2H^3O$.

» Le myrcénol est donc un alcool acyclique à deux liaisons éthyléniques ainsi que l'indique sa réfraction moléculaire; de plus, son mode de formation à partir du myrcène montre qu'il est tertiaire. Son odeur, son point d'ébullition ainsi que celui de son éther acétique et la facilité avec laquelle il se polymérise ne permettent pas de le confondre avec le licaréol; j'ai dû en rechercher la constitution par l'étude des produits d'oxydation.

» Dans *une première expérience,* faite en employant le mélange chromo-sulfurique, j'ai obtenu :

» 1° De la diméthylcétone qui a été caractérisée par son point d'ébullition, sa semicarbazone et la production d'iodoforme;

» 2° Une aldéhyde de formule $C^{10}H^{16}O$, à odeur forte, n'ayant aucune analogie avec celle du lémonal et que j'ai séparé des autres produits d'oxydation en en faisant l'oxime, qui bout à 148°-150° sous 10$^{mm}$; l'analyse assigne à ce corps la composition

---

(1) *Pharm. Rundschau,* t. XIII. New-York, 1895.

exprimée par la formule $C^{10}H^{17}AzO$. Traitée par une dissolution d'acide oxalique à l'ébullition, cette oxime régénère l'aldéhyde bouillant aux environs de 110° sous $10^{mm}$.

» Pour la différencier du lémonal, j'en ai préparé la semi-carbazone, qui se présente sous forme d'une poudre cristalline blanche, fusible à 195°-196°, et répondant à la formule

$$C^{10}H^{16} = Az - AzH - CO - AzH^2;$$

» 3° De l'acide lévulique bouillant vers 145°-147° sous $10^{mm}$, dont j'ai analysé les sels d'argent et de baryum ; j'ai en outre vérifié, sur l'acide libre, la formation d'iodoforme.

» Dans cette oxydation, il ne se forme pas trace de méthylheptenone, mais on retrouve une proportion notable de myrcène provenant de la déshydratation du myrcénol sous l'influence de l'acide sulfurique dilué.

» Une *seconde expérience* d'oxydation, faite en employant d'abord une dissolution de permanganate de potassium à 1 pour 100, puis le mélange sulfochromique, m'a donné uniquement de la diméthylcétone et un mélange d'acides lévulique et succinique.

» Les résultats qui précèdent permettent d'établir la constitution du myrcénol, qui sera représenté par la formule

$$\underset{\substack{|\\ CH^3}}{CH^3 - C} = CH - CH^2 - CH^2 - \underset{\substack{|\\ CH^3}}{C(OH)} - CH = CH^2,$$

qui met en évidence les deux liaisons éthyléniques, la nature alcoolique tertiaire du corps et, enfin, rend compte des produits d'oxydation qu'il fournit.

» De la connaissance de la constitution du myrcénol, on déduit aisément celle du myrcène, dont on obtient la formule par déshydratation du myrcénol, ce qui donne

$$\underset{\substack{|\\ CH^3}}{CH^3 - C} = CH - CH^2 - CH = \underset{\substack{|\\ CH^3}}{C} - CH = CH^2.$$

» Ainsi que je l'ai signalé plus haut, l'oxydation du myrcénol conduit à une aldéhyde de formule $C^{10}H^{16}O$ ; il est étrange de voir un alcool tertiaire engendrer une aldéhyde de même condensation en carbone, mais si l'on examine attentivement ce qui se passe dans cette oxydation, cette anomalie s'explique très aisément. En effet, sous l'action de l'acide sulfurique dilué qui entre dans la composition du mélange oxydant, le myrcénol est déshydraté avec production de myrcène, et c'est ce dernier qui, fixant un

atome d'oxygène, engendre l'aldéhyde $C^{10}H^{16}O$ conformément à l'équation ci-dessous :

$$\begin{array}{l} CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} = CH - CH^2 - CH = \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} - CH = CH^2 + O \\ = CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} = CH - CH^2 - CH = \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} - CH = CHOH; \end{array}$$

le second membre de cette égalité n'est autre que la forme desmotropique de l'aldéhyde en question qui constitue un isomère de position du lémonal.

» Je me suis assuré par une expérience directe de la réalité de cette explication; d'ailleurs, cette réaction est rigoureusement la même que celle qui transforme l'éthylène, le propylène et l'isobutylène en aldéhydes éthylique, propylique et isobutylique, ainsi que M. Berthelot l'a montré autrefois.

» Les expériences que je viens de relater établissent d'une façon indiscutable que le myrcénol est représenté par la formule

$$CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} = CH - CH^2 - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}(OH) - CH = CH^2;$$

or, cette formule de constitution est précisément celle qui a été attribuée au licaréol par M. Tiemann; mais, comme les propriétés physiques et les propriétés chimiques du myrcénol sont tout à fait distinctes de celles du licaréol, il devient nécessaire d'attribuer au licaréol une autre formule que celle qui a été admise jusqu'à présent et qui appartient au myrcénol.

» Ce travail fait en outre connaître une nouvelle aldéhyde, isomère du lémonal, susceptible, comme ce dernier, d'exister sous deux formes stéréoisomériques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le nitroacétate d'éthyle.*
Note de M. **A. Wahl**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 748, nous avons montré, M. Bouveault et moi, que le nitrodiméthylacrylate d'éthyle-α, traité par l'ammoniac gazeux, subit un dédoublement en diméthylcétone

et en un composé $C^4H^7AzO^4$ bouillant à 93°-95° sous 10mm, qui n'est autre que le nitro-acétate d'éthyle. L'équation de la réaction qui lui donne naissance peut s'écrire

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C=\underset{\displaystyle AzO^2}{\underset{|}{C}}-CO^2C^2H^5+H^2O=\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CO+\underset{\displaystyle AzO^2}{\underset{|}{CH^2}}-CO^2C^2H^5.$$

» La constitution du nitro-acétate d'éthyle a été démontrée à cette époque par le fait de sa réduction en glycocolle, caractérisée sous forme d'acide γ-phénylhydantoïque.

» Le nitro-acétate d'éthyle avait déjà fait l'objet de longues recherches (dont on trouvera la bibliographie complète dans la Note citée) de la part de divers savants et qui toutes avaient été infructueuses, sauf celles de M. de Forcrand [1] (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 974).

» Le produit que M. de Forcrand a obtenu en faisant agir le bromacétate d'éthyle sur le nitrite d'argent diffère nettement du nôtre par ses constantes physiques : son point d'ébullition est 151°-152° sous la pression ordinaire, ce qui fait une différence d'environ 40° à 50°.

» Afin de faire l'étude comparative des deux produits, j'ai essayé de préparer le nitroacétate d'éthyle en suivant les indications de M. de Forcrand et aussi celles de M. Steiner (*Berichte* de Berlin, t. XV, p. 1605), qui en sont une légère modification, mais je n'ai pas réussi à obtenir un produit ayant un point d'ébullition fixe même après plusieurs rectifications.

» M. Scholl (*Chemiker Zeitung*, p. 650; 1900), en voulant également préparer le nitro-acétate d'éthyle par ce procédé, n'a pas été plus heureux dans ses tentatives, et il arrive même à conclure que le nitro-acétate d'éthyle n'existe pas.

» Quoi qu'il en soit, le produit de M. de Forcrand et le nôtre conduisant tous les deux au glycocolle par réduction, il s'ensuit que cette réaction n'est pas suffisante pour fournir des données certaines sur la constitution de notre nitro-acétate d'éthyle. Dans le but d'en déterminer la constitution d'une façon plus nette, j'ai cherché à en faire la synthèse d'une manière qui ne puisse plus laisser de doutes.

---

(1) MM. R. Scholl et A. Schöfer viennent de démontrer que le produit de M. de Forcrand et de M. Steiner est un mélange de différents éthers, parmi lesquels se trouvent principalement les éthers glycolique, oxalique, nitroso et nitroglycoliques, etc., sans traces d'éther nitroacétique (*Deut. chem. Ges.*, t. 34, p. 871).

» Un premier essai, fait en vue d'isoler le sel de sodium de l'acide nitro-acétique qui se forme, d'après Kolbe (*Journ. f. prakt. Chem.*, t. V, p. 428), comme produit intermédiaire dans la préparation du nitrométhane pour l'éthérifier ensuite, n'a pas conduit au résultat attendu. Mais j'ai réussi à obtenir du nitro-acétate d'éthyle en petite quantité, en partant du nitro-malonate d'éthyle.

» M. Franchimont avait déjà constaté (*Recueil des Travaux des Pays-Bas*, t. VIII, p. 285) que l'éther nitrométhylmalonique perd avec la plus grande facilité une molécule d'acide carbonique pour donner l'éther nitro-propionique. On pouvait supposer que dans certaines conditions le nitro-malonate doit se conduire de même et fournir de l'acide carbonique et du nitroacétate d'éthyle

$$\underset{\displaystyle AzO^2}{\overset{}{CH}}\left\langle\begin{matrix}CO^2C^2H^5\\CO^2C^2H^5\end{matrix}\right. + H^2O = \underset{\displaystyle AzO^2}{CH^2} - CO^2C^2H^5 + CO^2 + C^2H^6O.$$

» Le nitromalonate d'éthyle a été préparé par M. Franchimont (*loc. cit.*) en traitant l'éther malonique par son acide nitrique *réel*. J'ai trouvé qu'il n'est pas nécessaire d'avoir recours à ce réactif (l'acide nitrique fumant ordinaire convenant tout aussi bien) et que, pour avoir le nitroma-lonate parfaitement pur, il est bon de passer par l'intermédiaire de son sel de potassium.

» On verse lentement 50$^{gr}$ de malonate d'éthyle dans 150$^{gr}$ d'acide nitrique fumant maintenu vers 20° à 30° C., et, quand tout est ajouté, on laisse reposer environ une heure en refroidissant lorsque la température tend à dépasser ces limites. Le produit est ensuite versé dans l'eau, l'huile qui se sépare rassemblée à l'éther, sa solution éthérée lavée à l'eau, puis l'éther chassé au bain-marie. Le résidu est étendu de plusieurs fois son volume d'alcool et est transformé en sel de potassium, en y projetant du carbonate de potassium pulvérisé. La masse prend une teinte jaune citron et s'épaissit; quand la décomposition est terminée, on essore les cristaux et on les purifie par recristallisation dans l'alcool bouillant.

» *Le sel de potassium du nitromalonate d'éthyle* $C^7H^{10}AzO^6K$ forme de magnifiques cristaux jaune citron solubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool froid, assez solubles à chaud. Chauffés sur la lame de platine, ces cristaux commencent par fondre, puis déflagrent avec une extrême violence.

» *Le sel de sodium* se prépare de la même manière, en saturant le nitro-malonate d'éthyle par du carbonate de sodium. Il cristallise dans l'alcool

bouillant, par refroidissement, en belles aiguilles légèrement jaunes, solubles dans l'alcool et très solubles dans l'eau.

» Ces sels, traités par les acides étendus, régénèrent le nitromalonate d'éthyle que l'on purifie en le distillant dans le vide.

» Le *nitromalonate d'éthyle* ainsi préparé constitue un liquide incolore, bouillant sans la moindre décomposition à 127° sous $10^{mm}$. Il est plus lourd que l'eau : $d_{4}^{20} = 1,1988$, $d_{0}^{0} = 1,220$ et y est légèrement soluble en la colorant en jaune.

» Plusieurs essais de le saponifier en le chauffant avec de l'eau en tube scellé n'ont pas réussi. A 120° il reste inaltéré; à 160° il est complètement décomposé et, à l'ouverture du tube, on constate une pression considérable et une forte odeur d'acide cyanhydrique; la partie aqueuse contient de l'acide oxalique.

» On réussit cependant à provoquer partiellement sa décomposition en nitroacétate d'éthyle et acide carbonique en traitant une solution aqueuse du sel de potassium par la potasse caustique à chaud.

» On laisse tomber goutte à goutte une solution aqueuse de 1 molécule de potasse dans une solution aqueuse bouillante de 1 molécule de sel de potassium du nitromalonate d'éthyle. Quand toute la potasse est ajoutée on maintient l'ébullition pendant quelques minutes puis on refroidit et neutralise par l'acide chlorhydrique dilué. Il se dégage de l'acide carbonique et il se dépose une huile faiblement colorée en jaune qu'on rassemble à l'éther et distille dans le vide. La portion qui passe à 90°-110° sous $10^{mm}$ est rectifiée à nouveau et l'on obtient ainsi un liquide incolore passant à 90°-95° qui a été caractérisé par son sel ammoniacal préparé en faisant passer un courant d'ammoniac dans sa solution éthérée.

» Ce sel, recristallisé dans l'alcool méthylique chaud, se présente sous forme de paillettes blanches identiques au sel ammoniacal du nitroacétate d'éthyle que nous avons déjà décrit.

» Son analyse répond à la formule $C^4H^{10}Az^2O^4$. La quantité de nitroacétate d'éthyle qui se forme dans cette réaction est toujours faible par suite sans doute de l'action décomposante que la potasse exerce sur lui.

» Mais l'identité du produit ainsi obtenu avec celui provenant du diméthylacrylate d'éthyle ne permet plus d'avoir de doutes sur la nature et la constitution du composé que nous avons obtenu, qui constitue donc bien le nitroacétate d'éthyle. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des éthers nitrobenzoylcyanacétiques isomériques ortho, méta et para et du chlorure d'orthonitrobenzoyle cristallisé*. Note de M. **Mavrojannis**, présentée par M. Haller.

« Dans une série de Communications présentées à l'Académie des Sciences ([1]), M. Haller a fait connaître une nouvelle classe de composés à réaction acide, auxquels il a donné le nom d'*acides méthiniques*.

» Parmi ces composés figurent les éthers acylcyanacétiques et, en particulier, les éthers benzoylcyanacétiques obtenus en faisant agir le chlorure de benzoyle sur l'éther cyanacétique sodé.

» En substituant au chlorure de benzoyle les chlorures de benzoyle nitrés, j'ai réussi à préparer les trois éthers ortho, méta et paranitrobenzoylcyanacétiques. Ces corps se forment d'après la réaction

$$C^6H^4\begin{cases}COCl\\AzO^2\end{cases} + Na\overset{\displaystyle CAz}{\underset{\displaystyle COOC^2H^5}{CH}} = C^6H^4\begin{cases}CO - \overset{\displaystyle CAz}{\underset{\displaystyle COOC^2H^5}{CH}}\\AzO^2\end{cases} + ClNa.$$

» On prépare ces éthers en faisant réagir des quantités équivalentes aux poids moléculaires de chlorures de nitrobenzoyle et d'éther cyanacétique sodé.

» Nous avons pris $22^{gr}$ de cyanacétate dissous dans un volume d'alcool absolu et $4^{gr},6$ de sodium combiné à $60^{gr}$ du même alcool; on laisse le dérivé sodique se produire, puis on ajoute, en refroidissant, par petites portions, $36^{gr}$ de chlorure d'acide dissous dans $60^{gr}$ d'éther anhydre. On chauffe légèrement au réfrigérant ascendant jusqu'à ce que le liquide offre une réaction franchement acide et l'on distille pour enlever l'éther et l'alcool.

» Le résidu est agité vivement par une solution de carbonate de soude à $\frac{1}{20}$; il se précipite une huile qui ne tarde pas à cristalliser et qu'on sépare par filtration. C'est le nitrobenzoate d'éthyle, qui se forme toujours en assez grande quantité par réaction du chlorure d'acide sur l'alcool, concurremment avec le produit cyané. La liqueur alcaline filtrée est acidifiée par l'acide sulfurique en léger excès; le liquide se trouble et il se forme de petites gouttelettes d'une huile rougeâtre, qui se rassemblent au fond du vase et cristallisent plus ou moins rapidement. On essore le précipité, on le lave avec un peu d'eau et on le fait cristalliser soit dans l'éther, soit dans l'alcool.

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 142; t. CI, p. 1270; t. CV, p. 169.

» Les cristaux ainsi obtenus sont les éthers nitrobenzoylcyanacétiques. Leurs solutions alcooliques présentent une réaction franchement acide. Les persels de fer les colorent lentement en rouge, réaction qui, ainsi que l'a montré M. Haller, est générale pour cette classe de composés. Ils ont une saveur amère très prononcée.

» *Chlorure d'orthonitrobenzoyle.* — Ce composé a été préparé suivant la réaction classique. Il est décrit sous la forme d'une huile rougeâtre, renfermant encore de l'oxychlorure de phosphore, cristallisant seulement à basses températures et se décomposant avec explosion à son point d'ébullition, même dans le vide; il est donc impossible de le distiller. Pour le purifier, je le débarrasse le plus possible de $POCl^3$ en le soumettant à plusieurs chauffes successives en ayant soin de ne pas dépasser 100° sous une pression de $50^{mm}$. Dans ces conditions, presque tout l'oxychlorure de phosphore distille, et il reste un résidu brun qui cristallise lentement. On lave les cristaux à l'éther de pétrole, on essore et l'on reprend par la ligroïne. En chassant cette ligroïne par distillation, on obtient des cristaux incolores qui brunissent un peu à l'air. Ce corps fond à 24°-25°; assez stable à froid, il se décompose par l'eau chaude en $HCl$ et acide nitrobenzoïque. Cette propriété, les résultats de l'analyse et l'obtention de l'orthonitrobenzoylcyanacétate d'éthyle démontre que ce corps est bien le chlorure d'orthonitrobenzoyle.

» *Orthonitrobenzoylcyanacétate d'éthyle.* — On le débarrasse complètement de l'huile qui le souille, par des cristallisations répétées dans l'éther; on obtient ainsi de petits cristaux prismatiques fondant à 89°, presque insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'éther, la ligroïne, le sulfure de carbone, la benzine, très solubles dans l'alcool.

» *Métanitrobenzoylcyanacétate d'éthyle.* — Ce nouveau composé purifié par des cristallisations dans l'alcool à 95° à chaud se présente sous forme de fines aiguilles soyeuses, presque insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool à froid, l'éther, la benzine, le chloroforme. Il fond à 110°.

» *Paranitrobenzolcyanacétate d'éthyle.* — En le faisant cristalliser dans l'alcool à chaud, on obtient de fines aiguilles soyeuses, blanches, peu solubles dans l'éther, la benzine, la ligroïne, l'alcool à froid, presque insolubles dans l'eau. Il fond à 158°.

» Nous nous proposons de continuer l'étude de ces éthers et de leurs sels, et nous avons en particulier l'intention de les réduire et de les soumettre à l'action de l'eau bouillante pour obtenir les cyanacétophénones nitrés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle réaction de la saccharine* (*sulfimide benzoïque*). Note de M. **Alex. Leys**, présentée par M. H. Moissan.

« Prenons des solutions très étendues de sels de cuivre dont l'élément électronégatif est un acide minéral, le sulfate ou le chlorure par exemple, et ajoutons-y une faible proportion d'eau oxygénée; l'application de la chaleur à un pareil milieu ne semble pas l'influencer et il garde sa teinte primitive. Mais si avant le chauffage on laisse tomber dans le mélange une petite quantité d'un corps organique en solution aqueuse, en poursuivant l'opération il se produit, dans certains cas, un phénomène très caractéristique. En effet, les substances présentant dans leur structure une chaîne fermée à liaisons éthyléniques, et celles-là seules donnent, dans ces conditions, une coloration brune excessivement intense avec formation d'un précipité de même couleur. Ce précipité renferme une très faible proportion de cuivre.

» Pour répéter cette expérience, on additionnera $10^{cc}$ d'une solution à peine colorée de sulfate de cuivre de 2 à 3 gouttes d'eau oxygénée à 10 volumes et de $1^{cc}$ de solution du corps organique et l'on chauffera. En opérant ainsi, nous avons obtenu la coloration brune avec le benzène, le pyrrol, le tiophène, le furfurol, l'antipyrine, les acides benzoïque et cinnamique, la saccharine, l'acétanilide, le chlorhydrate d'orthophénylènediamine et toute la série des phénols et des acides phénols. Au contraire, l'alcool, l'acide acétique, l'acide lactique, la saccharose, l'acétate d'allyle, l'acide fumarique, le menthol, le térébenthène n'y produisent aucun changement de coloration.

» Parmi tous les corps que nous venons d'énumérer, la saccharine nous intéressait particulièrement : aussi est-ce sur elle que nous avons continué l'étude de la présente réaction.

» La formation des corps bruns que nous venons de signaler est entravée par la présence, au sein du milieu, d'un acide minéral libre. Cependant, en tâtonnant, nous sommes arrivé à en mettre une quantité assez faible pour ne pas empêcher le brunissement, mais pour le modérer au point de n'avoir qu'une teinte jaune. Dans ces conditions, en opérant avec une eau oxygénée très faible et en laissant le milieu reprendre lentement la température ambiante, on obtient une coloration violette très perceptible en y laissant tomber une ou deux gouttes de perchlorure de fer dilué. Il y a donc formation d'un acide oxybenzoïque et par là même un moyen de caractériser la saccharine.

» Malheureusement, la réaction ainsi présentée était délicate et très incommode; dans le cours de notre étude, nous sommes parvenu à la simplifier considérablement.

Nous évitons le brunissement sans aciduler pour cela en opérant à froid en présence d'une eau oxygénée extrêmement diluée et en remplaçant l'élévation de température par un contact prolongé. Quant au sel de cuivre, nous avons reconnu que l'on pouvait le remplacer avantageusement par le perchlorure de fer. En effet, ce dernier, en présence d'eau oxygénée et en opérant à chaud, donne également des corps brun foncé avec les composés cycliques et, pour une action lente, à froid, il paraît plus actif. Il sert donc à la fois comme fixateur d'oxygène et comme provocateur de la coloration violette par sa combinaison avec l'acide oxybenzoïque formé.

» Cette réaction avec les simplifications que nous venons d'indiquer est très sensible et l'on obtient une coloration nette avec $1^{mgr}$ de saccharine à condition que cette dernière soit le seul corps organique du milieu réagissant.

» Voici notre façon d'opérer :

» Nous préparons deux solutions A et B.

» A. *Solution de perchlorure de fer.* — Préparée en versant $2^{cc}$ de perchlorure de fer à 30° Baumé dans un ballon de $100^{cc}$ et complétant avec de l'eau.

» B. *Eau oxygénée à* $0^{vol},05$. — Préparée en versant $1^{cc}$ d'eau oxygénée à $10^{vol}$ dans un ballon de $200^{cc}$ et complétant avec de l'eau.

» Mettons dans un tube à essais $5^{cc}$ d'une solution de saccharine au $\frac{4}{10000}$ ajoutons-y 2 gouttes de perchlorure de fer A puis $2^{cc}$ d'eau oxygénée B; au bout de trente à quarante-cinq minutes, il se développera une coloration violette très apparente et qui se maintiendra des semaines si l'eau oxygénée n'est pas en excès. »

### EMPLOI DE LA RÉACTION PRÉCÉDENTE POUR LA RECHERCHE DE LA SACCHARINE DANS LES PRODUITS DE LAITERIE.

« *Extraction de la saccharine du lait.* — On prépare une solution de bisulfate de potassium à 10 pour 100, et à $100^{cc}$ de celle-ci l'on ajoute $10^{cc}$ d'alcool éthylique à 99°. Cette liqueur précipite à froid toute la caséine et la matière grasse sous une forme granuleuse et grâce à la fonction acide du bisulfate son alcool retient en solution toute la saccharine à l'état probable de sulfimide.

» On verse $50^{cc}$ de lait dans $100^{cc}$ de liqueur et l'on jette sur filtre. Le liquide passe clair. On l'agite avec de l'éther sulfurique qui, par son affinité pour l'alcool, retient une grande partie de ce dernier et avec lui la saccharine qui y est très soluble. On sépare dans une boule à décantation, on évapore l'éther et l'on termine sur une plaque chauffante à 90°, jusqu'à dessiccation complète. On reprend à l'ébullition par $5^{cc}$ d'eau distillée et après refroidissement on examine la saveur du liquide. Quand il présente un goût sucré, on le fait passer dans un tube à essai, on ajoute 2 gouttes de perchlorure

de fer A, puis 2$^{cc}$ d'eau oxygénée B et l'on abandonne le tout pendant une demi-heure. La teinte violette se développe lentement.

» *Extraction de la saccharine du beurre.* — On fait un mélange à volumes égaux de chloroforme et d'alcool à 99°, dans lequel on dissout le beurre tel qu'il se présente pour la vente. On ajoute le double de son volume d'eau distillée, on agite et l'on verse dans une boule à décantation. Le chloroforme gagne le fond, entraînant la matière grasse, et la solution alcoolique qui surnage contient la saccharine. On l'évapore comme précédemment et l'on termine d'une façon identique.

» Notre méthode de caractérisation doit laisser toute certitude à l'analyste.

» S'il opère suivant nos prescriptions, l'addition préalable de perchlorure de fer, en donnant une coloration, l'avertira de suite de la présence d'un corps phénolique à la place de la saccharine de même qu'un précipité blanc très apparent et immédiat lui fera soupçonner la présence d'un acide aromatique comme l'acide benzoïque, cinnamique ou autre.

» On peut donc affirmer la présence de la saccharine lorsque le produit de l'extraction à l'éther, repris par l'eau, offre un goût sucré et que, limpide et non coloré après addition de perchlorure, il donne une coloration violette par l'eau oxygénée très diluée. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la migration des matières azotées et des matières ternaires dans les plantes annuelles.* Note de M. G. André.

« La formation ainsi que la migration des matières azotées et des matières ternaires dans une plante annuelle, étudiées maintes fois par de nombreux expérimentateurs, présentent plusieurs particularités intéressantes à signaler sur lesquelles je demande la permission de revenir. J'ai pris comme types le *Sinapis alba,* plante à végétation rapide, à graine oléagineuse, et le *Lupinus albus,* plante à végétation moins rapide, à graine mixte, riche en azote. Les échantillons, prélevés à divers moments de la végétation, ont été traités successivement par l'éther de pétrole, puis par l'alcool à 60 degrés tiède, lequel dissout les hydrates de carbone solubles; ceux-ci ont été calculés en glucose à partir de la matière supposée privée de graisses. La partie demeurée insoluble après ce traitement a été chauffée à 100° pendant dix-huit heures avec de l'acide sulfurique à 2 pour 100. C'est au produit soluble obtenu dans ces conditions que je donne le nom d'*hydrates de carbone saccharifiables,* lesquels comprennent les pentosanes, l'amidon, les hémicelluloses; je les ai calculés en glucose. Le résidu inso-

luble a été traité par la liqueur de Schweizer. Il reste finalement une matière, souvent fort abondante, sur laquelle je reviendrai dans une prochaine Communication. Je ne parlerai aujourd'hui que des variations de l'azote et de celles des matières sucrées solubles dans l'alcool étendu.

| *Sinapis alba.* Pour 100 de matière sèche | Graines, 10 mai 1899. | Plante entière, 8 juin. | Débuts de la floraison, 14 juin. | | | Floraison, 23 juin. | | | | Fin de la floraison, 25 juillet. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Racines. | Tiges. | Feuilles. | Racines. | Tiges. | Feuilles. | Inflorescences. | Racines. | Tiges. | Feuilles. | Fruits. |
| Azote total | 5,25 | 4,59 | 1,22 | 2,63 | 4,43 | 0,98 | 1,18 | 4,08 | 4,94 | 0,64 | 0,45 | tombées sur le sol. | 2,22 |
| Azote amidé soluble | 1,66 | 1,03 | 0,45 | 1,04 | 1,10 | 0,31 | 0,30 | 0,69 | 1,35 | 0,11 | 0,06 | | 1,09 |
| Matières grasses | 22,22 | 2,15 | 0,65 | 3,65 | 1,62 | 0,62 | 0,89 | 4,15 | 3,52 | 0,31 | 1,23 | | 9,75 |
| Hydrates de carbone solubles dans l'eau (calc. en glucose) | 5,37 | 1,37 | 0,49 | 8,40 | 4,67 | 0 | 1,68 | 2,90 | 2,98 | 1,07 | 1,94 | | 2,47 |
| Hydrates de carbone, saccharifiables (calculés en glucose) | 7,43 | 13,15 | 22,79 | 14,69 | 9,93 | 27,01 | 22,21 | 0,78 | 12,02 | 25,74 | 26,27 | | 22,65 |
| Cellulose insoluble | 8,67 | 10,34 | 25,89 | 16,10 | 10,44 | 26,25 | 20,52 | 9,66 | 13,80 | 27,89 | 23,14 | | 15,31 |
| Vasculose | 0 | 1,44 | 13,39 | 4,12 | 1,51 | 17,24 | 15,97 | 2,23 | 5,41 | 27,16 | 20,55 | | 11,75 |

| *Lupinus albus.* Pour 100 de matière sèche | Graines, 5 avril 1899. | Plante entière, 18 mai. | Avant floraison, 6 juin. | | | Début de la floraison, 17 juin. | | | | Maturation, 18 juillet. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Racines. | Tiges. | Feuilles. | Racines. | Tiges. | Feuilles. | Inflorescences. | Racines. | Tiges. | Feuilles. | Fruits. |
| Azote total | 6,02 | 3,28 | 1,56 | 1,37 | 3,39 | 1,34 | 1,11 | 3,96 | 2,66 | 1,35 | 1,11 | 3,49 | 3,65 |
| Azote amidé soluble | 3,44 | 1,00 | 0,45 | 0,58 | 1,02 | 0,13 | 0,53 | 0,80 | 1,22 | 0,47 | 0,53 | 0,24 | 1,63 |
| Matières grasses | 9,36 | 1,75 | 0,64 | 0,97 | 1,91 | 0,59 | 0,79 | 2,14 | 1,28 | 0,34 | 0,54 | 1,42 | 0,61 |
| Hydrates de carbone solubles dans l'eau (calc. en glucose) | 5,96 | 7,27 | 4,94 | 9,53 | 6,74 | 6,32 | 8,51 | 5,09 | 5,05 | 9,71 | 12,74 | 7,56 | 7,63 |
| Hydrates de carbone saccharifiables (calculés en glucose) | 19,85 | 16,79 | 18,09 | 22,74 | 17,25 | 21,94 | 21,11 | 13,23 | 22,63 | 23,29 | 21,34 | 12,39 | 22,42 |
| Cellulose insoluble | 14,21 | 13,90 | 18,92 | 21,83 | 14,30 | 22,14 | 24,05 | 13,57 | 16,81 | 17,88 | 26,66 | 12,00 | 11,57 |

» I. *Variations de l'azote.* — L'azote que j'appelle par abréviation *azote amidé soluble* est obtenu en traitant l'échantillon par une ébullition de dix minutes avec de l'eau contenant 2 pour 100 d'acide acétique. La partie soluble comprend l'asparagine et amides congénères et quelques matières azotées plus complexes qui se sont solubilisées dans ces conditions. L'azote de ces matières est évidemment plus mobile que celui qui demeure insoluble, et cette distinction, même sommaire, permet d'établir plusieurs rapprochements entre la migration simultanée des matières azotées et celle des matières ternaires.

» Chez le *Sinapis*, l'azote amidé soluble, au moment de la première prise d'échantillon, vingt-quatre jours après le semis, représente moins du quart de l'azote total dans l'ensemble de la plante. Onze jours plus tard, dans la plante entière, il est environ le tiers de cet azote total : plus abondant dans la tige ($\frac{2}{5}$ de l'azote total) que dans

la racine ($\frac{1}{3}$) et que dans la feuille ($\frac{1}{4}$). Au moment de la floraison (23 juin), sa quantité absolue diminue; il ne représente, dans la plante totale, que 23,7 pour 100 de l'azote total. Il figure dans la racine pour $\frac{1}{3}$ de l'azote total de cette partie de la plante, pour $\frac{1}{4}$ dans la tige, pour $\frac{1}{6}$ dans la feuille, et il se dirige vers les inflorescences où il est les $\frac{27}{100}$ de l'azote total. A la fin de la floraison (25 juillet), il est de nouveau fort abondant dans la plante totale ($\frac{38}{100}$). Il quitte la racine et la tige et représente la moitié de l'azote total dans les fruits.

» Chez le *Lupin blanc*, l'azote amidé soluble est, à la première prise d'échantillon, le tiers environ de l'azote total dans l'ensemble de la plante. A la deuxième prise, dix-neuf jours plus tard et avant la floraison, il représente encore le tiers de cet azote, avec prépondérance dans la tige (42,3 pour 100) comme dans le cas du *Sinapis*. A la troisième prise, onze jours plus tard, et au début de la floraison, il représente 29,5 pour 100 de l'azote total. Son maximum est encore dans la tige (47,7 pour 100); les inflorescences en contiennent 45,8 pour 100. Il est peu abondant dans la racine ($\frac{1}{10}$), plus abondant dans la feuille ($\frac{1}{5}$). A la fin de la floraison et au début de la maturation (18 juillet), il est les $\frac{30}{100}$ de l'azote total, avec maximum dans la tige (47,7 pour 100) et dans les fruits (44,6 pour 100). Le feuilles en renferment très peu (7 pour 100), mais la racine en contient 34,8 pour 100, ce qui montre la continuation de l'activité du travail d'assimilation azotée chez les tubercules radicaux de cette plante.

» En somme, la migration de l'azote chez le *Lupin* se fait à peu près de même façon que chez le *Sinapis;* toutefois, la racine et la tige de la première de ces plantes contiennent de l'azote amidé soluble en forte proportion, même pendant la maturation des fruits.

» II. *Variations des matières ternaires. Sucres solubles dans l'alcool étendu.* — Les matières sucrées que l'on peut extraire par l'alcool tiède à 60 pour 100 ne sont que des matières transitoires. Elles préexistent déjà dans la graine (6 pour 100 environ de la matière sèche dégraissée). On peut supposer que, pendant le premier développement du *Sinapis,* une partie de ces matières sucrées provient de l'oxydation de la matière grasse, si abondante dans la graine (22,22 pour 100) et qui disparaît ensuite avec les progrès de la végétation. Dans les racines, les tiges, les feuilles de cette même plante, il y a décroissance de la quantité de ces matières sucrées à mesure que la végétation avance, alors que, chez le *Lupin,* ces sucres augmentent continuellement avec plus ou moins de régularité, pendant tout le développement du végétal. Le *Lupin* est d'ailleurs beaucoup plus riche en eau que le *Sinapis* au même état de développement. A l'époque de la maturation, j'ai trouvé, dans les fruits du *Sinapis,* 2,47 pour 100 de sucres solubles, alors que les matières grasses figurent déjà pour 9,71 pour 100. Chez le *Lupin,* à la même époque, les gousses renferment 7,63 pour 100 de sucres solubles, les matières grasses sont encore peu abondantes (0,61 pour 100); la transformation des hydrates de carbone en graisse est donc peu avancée. Il est probable que la matière grasse de la graine se forme aux dépens de ces hydrates de carbone solubles transitoires. Cette formation est sans doute assez rapide pour que, chez le *Sinapis,* ces matières sucrées n'aient pas le temps de s'accumuler.

» Je donnerai prochainement la suite de cette étude et j'examinerai la variation des hydrates de carbone saccharifiables, de la cellulose et de la vasculose. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le Voandzou*. Note de M. **Balland**.

« Le Voandzou (*Glycine* ou *Voandzia subterranea*) est une légumineuse annuelle, originaire de l'Afrique intertropicale où sa culture, par les nègres, est aujourd'hui très répandue. Elle est moins commune dans l'Asie méridionale et il ne semble pas qu'on la pratique beaucoup en Amérique si ce n'est au Brésil où le Voandzou se nomme *Mandubi d'Angola* (A. de Candolle, *Origine des plantes cultivées*).

» Le fruit du Voandzou est une gousse à un grain qui mûrit dans le sol, comme l'Arachide. L'échantillon que j'ai examiné vient du poste de Bangasso, dans le Haut-Oubangui; il figurait à la dernière Exposition de Paris, parmi les produits du Congo, sous le nom de *Haricot-Pistache*. Les graines, plus ou moins ovoïdes, présentent des marbrures noires sur un fond rouge foncé; l'ombilic est blanc, non cerclé de noir, comme dans la plupart des haricots. Elles donnent une farine très blanche, à saveur de légumineuse; mais, après cuisson dans l'eau, la saveur rappelle absolument la châtaigne.

» La décortication fournit 8 pour 100 d'enveloppes, c'est-à-dire la même proportion que nos haricots indigènes.

» Le poids des graines varie entre $0^{gr},35$ et $1^{gr},10$; celui des gousses entre $0^{gr},64$ et $1^{gr},62$.

*Composition des gousses.*

| | |
|---|---|
| Graines | 68 |
| Cosses | 32 |
| | 100 |

*Composition des graines.*

| | |
|---|---|
| Amandes | 92 |
| Enveloppes | 8 |
| | 100 |

*Analyse des graines (amande et enveloppe).*

| | |
|---|---|
| Eau | 9,80 |
| Matières azotées | 18,60 |
| » grasses | 6,00 |
| » amylacées | 58,30 |
| Cellulose résistante | 4,00 |
| Cendres | 3,30 |
| | 100,00 |

» En admettant avec les physiologistes qu'il faille chaque jour, pour réparer les pertes subies par l'organisme humain : $120^{gr}$ à $130^{gr}$ de matière azotée, $56^{gr}$ de graisse et $500^{gr}$ d'hydrates de carbone, on voit, même en

tenant compte des coefficients de digestibilité, que l'on retrouve assez exactement ces éléments dans un kilogramme de graines de Voandzou. Le fait est à signaler : c'est d'ailleurs le premier exemple que j'aie rencontré d'un produit naturel présentant, au même degré, les allures chimiques d'un aliment complet. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à la recherche microchimique des alcaloïdes*. Note de M. **M.-E. Pozzi-Escot**. (Extrait.)

« Nous avons obtenu quelques réactions intéressantes, mais qui ne nous permettent pas d'indiquer une méthode de recherches toxicologiques rigoureuse.

» Avec la STRYCHNINE, l'*acide chloroplatinique* donne des prismes plats groupés en étoiles d'environ 130 μ, couleur fleur de pêcher; le *chlorure aurique,* des cristallisations très abondantes de petits prismes groupés en colonies; l'*iodure de potassium* et l'*iode* donnent de grandes et abondantes gerbes de cristaux d'un vert olive foncé et d'une grande netteté.

» Avec la BRUCINE, le *chlorure de platine* donne des prismes barbus étoilés très petits et très abondants.

» Avec la QUININE, le *chlorure de platine* donne de petits grains polarisant fortement la lumière; l'*iode dissous dans* KI, de petits prismes.

» Avec la COCAÏNE, le *chlorure de platine* donne de grands cristaux dentés qui sont des accolades de bâtonnets prismatiques; cette cristallisation est immédiate; le *chlorure d'or* donne de grands cristaux dentés groupés en arborescences.

Avec la CODÉINE, l'*iodure de mercure dissous dans* KI donne des rosaces de cristaux presque noirs.

» Avec l'ATROPINE, l'*iodure de potassium ioduré* donne immédiatement des cristaux pointus accouplés deux à deux et croisés, d'un beau noir, de 4 μ à 5 μ, très abondants.

» Avec la MORPHINE, l'*iodure de potassium ioduré* donne des cristallisations en forme de tête de chardon. »

ZOOLOGIE. — *Sur des phénomènes d'histolyse et d'histogenèse accompagnant le développement des Trématodes endoparasites de Mollusques terrestres*. Note de MM. **C. Vaney** et **A. Conte**, présentée par M. Alfred Giard.

« Nous avons fait connaître, en 1899 [1], un Cercaire urodèle parasite d'*Helix pomatia;* depuis nous en avons retrouvé un second vivant dans le

---

[1] *Sur un Cercaire* (C. pomatiæ, n. sp.) *parasite d'*Helix pomatia (*Zoologischer Anzeiger,* Bd XXII; 1899).

foie des *Helix nemoralis* et *hortensis*. La présence d'une queue bien développée chez ces deux formes montre que cet appendice ne constitue point un caractère spécial des Cercaires de Mollusques aquatiques et que la classification des Cercaires en Urodèles et Anoures n'est nullement en rapport avec le mode de vie de leurs hôtes.

» L'étude du développement de ces deux Cercaires, jointe à celle du *Distomum leptostomum* Olsson, parasite d'*Helix aspersa*, et dont la larve a une queue rudimentaire, nous a montré des phénomènes d'histolyse et d'histogenèse rappelant ceux observés chez les Insectes.

» Nos recherches ont plus particulièrement porté sur le développement des Cercaires d'*Helix nemoralis* : ils se développent en grand nombre dans des sporocystes tubuleux, par bourgeonnement de la paroi de ceux-ci, soit seulement à l'extrémité antérieure, soit en un point quelconque. Ces bourgeons s'accroissent et constituent d'abord des amas cellulaires très compacts ne présentant aucune différenciation. Puis la plus grande partie de leurs éléments entrent en histolyse : ils augmentent de volume, se chargent de granulations graisseuses, et leur noyau subit, lui aussi, une véritable dégénérescence. Cette destruction des noyaux se fait par des modes divers : au début, on les voit s'hypertrophier, s'arrondir; leur substance chromatique disparaît et des granulations de graisse prennent naissance dans leur intérieur; quant aux nucléoles, ils grossissent et peuvent ou subir une simple dégénérescence, ou se fragmenter, ou s'étirer en un boyau qui traversera la membrane nucléaire. Finalement, le bourgeon n'est bientôt plus qu'une masse volumineuse, bourrée de granules graisseux enfermés dans des travées provenant des parois cellulaires, et où l'on distingue encore çà et là quelques fragments de noyaux. On ne retrouve plus que quelques cellules restées intactes. Ces cellules se groupent presque exclusivement sur une des faces du bourgeon, face qui, chez le Cercaire, sera la face ventrale. Là elles se multiplient jusqu'à constituer une plaque que nous appellerons la *plaque ventrale*. Celle-ci va fonctionner absolument comme un disque invaginal. C'est elle qui, par prolifération, en certains points, formera tous les organes du Cercaire. En même temps qu'elle se constitue l'on voit apparaître la ventouse ventrale. Plus tard se forme antérieurement la ventouse buccale. Immédiatement en arrière de celle-ci, des cellules, issues de la plaque ventrale, se groupent pour former le pharynx et le début du tube digestif. En avant de la ventouse ventrale, un groupe de cellules donnera l'extrémité antérieure des conduits génitaux et les organes d'accouplement. En arrière, d'autres groupes de cellules serviront à l'édification des organes génitaux. Quant à l'appareil excréteur, il apparaît sous forme d'une invagination se produisant vers l'insertion de la queue. Cette dernière subira chez le Cercaire une dégénérescence analogue à celle que nous venons de décrire dans le bourgeon.

» Tous ces phénomènes d'histolyse, que nous avons pu suivre en détail par suite du petit nombre des éléments des bourgeons, nous permettent d'affirmer qu'ils ont lieu *sans qu'il y ait, à aucun moment, intervention de phagocytose*.

» Ces mêmes faits se retrouvent chez les deux autres Cercaires. Chez le *Cercaria helicis pomatiæ* Vaney-Conte, ils se présentent avec la même netteté, sauf de petites variantes ayant trait à l'histogenèse.

» Chez le Cercaire du *Distomum leptostomum*, les phénomènes d'histolyse et d'histogenèse, qui sont bien visibles, ont lieu presque simultanément; de ce fait, la plaque ventrale n'est pas aussi nettement différenciée que précédemment. De notre étude comparée il résulte qu'il n'y a là qu'une simple condensation embryologique en rapport d'ailleurs avec le mode de vie de ce Distome. En effet, le Cercaire du *Distomum leptostomum* est un Cercaire à queue rudimentaire, passant directement de son hôte provisoire, l'*Helix aspersa*, à son hôte définitif, le Hérisson. Le très peu de développement de son appendice caudal est en rapport avec son absence de vie libre. Chez nos deux autres Cercaires, la queue est bien développée, quoiqu'il ne faille pourtant pas en conclure à une vie libre, peu en rapport avec l'habitat de leur hôte. Cette queue, chez ces deux espèces, disparaît même dans l'hôte provisoire; elle tombe souvent à l'intérieur du sporocyste et le Cercaire d'*Helix nemoralis* peut même s'enkyster à l'intérieur de son sporocyste. Elle dégénère comme nous l'avons signalé précédemment et, dans le kyste, on n'en retrouve plus aucune trace. Toutefois, chez ces deux dernières formes, la présence d'un appendice caudal, organe de natation, n'en est pas moins un caractère de moindre adaptation à la vie parasitaire. Cette dernière n'a pas encore beaucoup retenti sur leur morphologie et leur développement, tandis que, chez les types anoures, en même temps qu'elle influait sur le développement de la queue, elle entraînait une condensation embryologique analogue à celle que nous signalons chez le *Distomum leptostomum*.

» Toutes ces recherches ont porté sur des Trématodes parasites de Mollusques terrestres; nous les compléterons bientôt par l'étude des formes parasites de Mollusques aquatiques; les *Blasenzellen* signalées par Schwarze [1] dans le développement postembryonnaire de *Cercaria armata* V. Sieb., rappellent beaucoup les éléments en dégénérescence que nous venons d'étudier. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'évolution des feuillets blastodermiques chez les Nématodes.* Note de M. **A. Conte**, présentée par M. Alfred Giard.

« Dans une Note préliminaire [2] sur la formation des feuillets et l'organogénie de *Sclerostomum equinum* Duj., nous avons signalé la disparition de la moitié antérieure de l'endoderme et son remplacement par des éléments d'origine ectodermique. Nous insistions sur ce fait que, chez des

---

(1) W. Schwarze, *Die postembryonale Entwicklung der Trematoden* (*Zeitschr. f. wiss. Zoologie*, 43. Bd; 1886).

(2) *Comptes rendus*, 19 novembre 1900.

larves très jeunes, les caractères histologiques de l'intestin étaient très différents de ceux observés dans l'œuf et nous admettions l'existence d'un intestin de seconde formation dont nous ne pouvions alors préciser l'origine. Nous avons poursuivi ces recherches en les étendant à deux autres espèces vivipares, le *Cucullanus elegans* Zed. et la Filaire de la grenouille verte.

» Chez *Cucullanus elegans,* l'œuf est très transparent; la segmentation aboutit à une blastula qui, en coupe longitudinale, offre une paroi de neuf blastomères; sa cavité de segmentation est très réduite. Par invagination pénètrent dans le blastocœle les initiales endodermiques et mésodermiques. Puis les feuillets s'accroissent, mais très inégalement : l'ectoderme se développe le premier, et c'est son grand développement qui a conduit Butschli, dans un examen extérieur de l'embryologie de cette espèce, à considérer comme une gastrulation embolique ce qui n'est en réalité qu'un reploiement. Il n'a point vu les deux autres feuillets, qui ne sont guère encore représentés que par leurs initiales. Dans la région antérieure se forment des proliférations analogues à celles que l'on voit se produire au même point chez *Sclerostomum equinum.*

» A ce stade les cellules de la couche superficielle de l'embryon commencent à entrer en régression et subissent une dégénérescence totale. Pendant ce temps l'endoderme se développe et forme un archentéron composé de deux rangées de grosses cellules. Ces dernières ne tardent pas à subir une dégénérescence analogue à celle des cellules ectodermiques et rappelant ce que Reichenbach a décrit dans le développement d'*Astacus fluviatilis.* Il ne reste bientôt plus que des parois cellulaires. Dans cette dégénérescence, le noyau s'arrondit, la substance chromatique disparaît, le nucléole se gonfle, finalement la membrane nucléaire et le nucléole disparaissent à leur tour. Pendant que s'accomplit cette dégénérescence de tout l'endoderme, le mésoderme s'est développé sous forme de deux bandes ventrales. C'est là le mode de formation du mésoderme chez tous les Nématodes que nous avons étudiés et Butschli a été induit en erreur par les proliférations ectodermiques antérieures dont nous avons parlé.

» Les bandes mésodermiques à un moment de leur évolution présentent chacune deux lames bien distinctes. Ce mésoderme ne tarde pas à envelopper complètement l'endoderme, un certain nombre de ses éléments s'appliquent sur ce dernier feuillet; là ils prolifèrent et ce sont eux qui constituent la paroi intestinale. Dans une coupe longitudinale d'une larve sur le point d'éclore, on ne trouve que deux feuillets : un feuillet externe et un interne constituant le tube digestif.

» Dans la région antérieure persistent des éléments résultant des proliférations et constituant le système nerveux et l'œsophage. Ainsi chez le *Cucullanus elegans* nous assistons à une disparition totale de l'endoderme et une disparition partielle de l'ectoderme.

» Nous avons trouvé des faits analogues chez notre Filaire. Là, par suite d'une condensation embryogénique intense, le mésoderme acquiert très vite un grand développement, ses éléments entourent les quelques cellules endodermiques et celles-ci ne

tardent pas à présenter une dégénérescence identique à celle dont nous avons parlé.

» Chez *Sclerostomum equinum* nous avons pu, grâce à des coupes très fines, étudier des œufs voisins du stade d'éclosion : nous y avons retrouvé des cellules endodermiques offrant les mêmes caractères de dégénérescence et, appliqués sur ces cellules, de petits éléments cellulaires que, par homologation avec les deux autres espèces, nous considérons comme mésodermiques. Ce sont ces éléments qui constituent l'intestin définitif dont nous avons signalé la différence de structure histologique avec l'intestin embryonnaire.

» Ainsi, chez ces trois espèces de Nématodes vivipares, nous constatons une disparition plus ou moins importante de l'ectoderme et une disparition totale de l'endoderme. Le tube digestif de l'adulte est formé, d'une part par des éléments ectodermiques constituant l'œsophage, d'autre part par des éléments mésodermiques formant l'intestin. Dans tous ces cas, la cavité générale est limitée par deux feuillets d'origine mésodermique. »

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle sous-famille d'Hémiptères marins, les* Hermatobatinæ. Note de MM. **H. Coutière** et **J. Martin**, présentée par M. Perrier.

« L'un de nous a recueilli à Djibouti (Afrique orientale) un nouvel Hémiptère marin, appartenant au remarquable genre *Hermatobates* Carpenter, jusqu'ici représenté par une unique espèce, *H. Haddoni* Carpenter, provenant du détroit de Torrès (Pr Haddon). Nous proposons pour la nouvelle espèce le nom de *H. Djiboutensis*.

» D'autre part, les collections du Muséum nous ont offert, parmi des matériaux rapportés des Philippines par M. Marche, plusieurs spécimens assez différents des précédents pour que nous ayons dû en faire le type d'un nouveau genre, *Hermatobatodes*, représenté par l'unique espèce *H. Marchei*. L'étude de ces diverses formes nous a conduits à les réunir en une sous-famille particulière, celle des *Hermatobatinæ*.

» Les Hémiptères vivant à la surface des eaux marines, réunis d'abord dans le genre *Halobates* Eschkoltz, se sont accrus depuis des genres *Hymenobates* Uhler et *Metrocoris* Mayr (*Halobatodes* B. White). Ce dernier, vivant surtout sur les eaux saumâtres des estuaires et des lagunes, ou près des rivages, conduit à des formes telles que les *Brachymetra* Mayr, *Metrobates* Uhler, *Platygerris* B. White, *Trepobates* Uhler, *Climarrhometra* et *Potamometra* Bianchi, toutes limnophiles. L'ensemble constitue la sous-famille des *Halobatinæ*, rameau de la famille des *Gerridæ*.

» La ressemblance extérieure assez grande avec les *Halobates* que présentent les trois espèces de la nouvelle sous-famille est due uniquement à des faits de convergence adaptative. Les uns et les autres ont le corps couvert d'une fine pubescence permettant la submersion momentanée; les ailes sont absentes, les membres présentent des dispositions générales comparables, l'abdomen est très réduit chez les adultes.

» Les *Hermatobatinæ* présentent, au contraire, des affinités très grandes avec la famille des *Veliidæ*. Celle-ci comprend, comme celle des *Gerridæ*, de nombreux genres habitant les eaux douces, *Velia* Latr., *Hydroessa* Burmeister (*Microvelia* Westwood), *Angilia*, *Bæcula* Stål, *Perittopus* Fieber, *Veliomorpha* Garbini, et aussi des formes marines, telles que *Halovelia* Bergroth, *Rhagovelia* Mayr (*Trochopus* Carpenter). Il convient de réunir les formes précédentes dans la sous-famille des *Veliinæ*, celle des *Hermatobatinæ* étant réservée aux deux genres qui font l'objet de cette Note, et qui sont beaucoup plus profondément modifiés que les *Veliinæ* marins.

» Les *Hermatobates Haddoni* et *Djiboutensis* sont jusqu'à présent représentés l'un et l'autre par des mâles. Le corps est régulièrement ovale, couvert d'une fine pubescence, les pattes antérieures ravisseuses sont relativement énormes, les hanches des trois paires de membres sont presque équidistantes. L'abdomen est très fortement raccourci, et son dernier segment, en forme de bouton, présente la particularité unique, croyons-nous, chez les Hémiptères, de paraître inséré en entier sur le tergum du somite précédent, dont les deux moitiés symétriques, écartées sur la ligne médiane, ont comme glissé verticalement de part et d'autre du dernier segment. Ainsi se trouvent conciliées l'extrême réduction de l'abdomen et la situation normale, dans l'axe du corps, de l'orifice anal.

» Le genre *Hermatobatodes* se distingue du précédent par un caractère très remarquable : le méso et le métathorax, fusionnés, se présentent dorsalement sous la forme de deux aires symétriques saillantes, séparées par un sillon étroit qui représente seul le mésonotum, et divergeant ensuite à partir d'une courte saillie transversale (vestige de l'écusson), pour encadrer presque entièrement le métanotum et l'abdomen. Les deux aires sont constituées par les pleures méta-mésothoraciques et abdominaux, accrus de façon inusitée.

» L'*Hermatobatodes Marchei* est représenté seulement par des ♀, dont les pattes antérieures sont assez faiblement armées. Les deux spécimens adultes sont accompagnés de deux larves d'âge différent, ayant l'une et l'autre seulement un article aux tarses, au lieu de trois, et qui permettent de suivre l'évolution de l'orifice génital ♀, sur le huitième segment abdominal. D'abord extérieur, cet orifice devient interne par le reploiement en dedans du sternite 8.

» Les *Hermatobatinæ* ne sont pas des formes de haute mer. L'*Hermatobatodes Haddoni* a été trouvé sur le récif de Mabuiag (Murray Island), parmi des fragments de

madrépores, et par Walker sous des valves de Tridacnes (Guichen reef, Arafura See). L'*Hermatobatodes Djiboutensis* fut capturé en compagnie d'un *Halobates*, courant sur une petite flaque de la surface du récif.

» *L'Hermatobatodes Marchei* porte comme indication : baie de Honda, surface. Il est donc vraisemblable qu'il s'agit de formes littorales pouvant s'attacher aux débris de madrépores et se laisser submerger à haute mer, ou courir à la surface des flots, sans s'éloigner des rivages.

» La question a été posée de savoir si les espèces marines d'Hémiptères représentent des formes très anciennes ayant conservé l'habitat originel ou s'il s'agit au contraire d'espèces secondairement adaptées à la vie dans les eaux marines.

» Il est très difficile d'admettre la première hypothèse si l'on considère que, pour les *Veliidæ* et les *Gerridæ*, par exemple, la surface des eaux n'est que la continuation de la surface terrestre, que rien n'est changé de leur mode de respiration ni de leur développement, et que leurs traits distinctifs les plus saillants sont avant tout des caractères d'adaptation. Les formes marines, en particulier, avec leur corps globuleux au centre d'une large base formée par les pattes écartées, leurs ailes absentes, leur revêtement pileux imperméable permettant une réserve d'air respirable, réalisent des conditions mécaniques très propres à la vie sur des eaux agitées. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur les constantes physiques qui interviennent dans l'excitation électrique du nerf.* Note de M. **Georges Weiss**, présentée par M. Marey.

« J'ai montré que l'excitation électrique du nerf exige un minimum de dépense d'énergie quand la durée de la décharge est d'environ $0^s,0006$ pour une distance des électrodes de $10^{mm}$. Cybulski et Zanietowski ont montré les premiers que, dans l'excitation par les décharges de condensateur, il y avait aussi un optimum lorsque la capacité du condensateur variait. Ce fait a été vérifié par Hoorweg, Dubois de Berne et Waller. J'ai repris ces mêmes recherches et suis arrivé à cette conclusion que l'optimum avait lieu pour le nerf de grenouille, entre électrodes distantes de $10^{mm}$, quand le produit de la capacité du condensateur en microfarads par la résistance du circuit en ohms était égale à 560 environ.

» Cybulski et Zanietowski, Dubois de Berne et Waller considèrent que c'est l'énergie de la décharge qui doit mesurer l'excitation. Hoorweg dit que cette excitation dépend directement de l'intensité du courant et d'un décrément.

» Or, quand je me place à l'optimum pour la décharge de condensateur et à l'optimum pour le courant continu, je trouve que, dans le premier cas, l'énergie dépensée dans le nerf est d'environ 0,001 erg, dans le second cas, 0,0001 erg, c'est-à-dire une quantité dix fois moindre dans le second cas que dans le premier. Si, au contraire, je calcule les quantités d'électricité employées, je trouve, dans le premier cas, $1,4 . 10^{-9}$ coulombs et, dans le second cas, $10^{-9}$ coulombs, nombres très concordants quand on songe à la complexité de ce genre d'expériences.

» J'ai alors comparé entre elles différentes ondes produites par mon interrupteur balistique. Dans une première expérience, je recherchais le *seuil* de l'excitation pour une onde unique voisine de l'optimum; je calculais la quantité d'électricité et d'énergie mises en jeu. Je faisais ensuite une deuxième expérience où l'excitation était produite par deux ondes successives égales entre elles ou inégales, avec la seule condition que l'intervalle de temps s'écoulant entre le commencement de la première de ces ondes et la fin de la seconde fût égal à la durée totale de l'onde de la première expérience. Je calculais de nouveau la quantité d'électricité et d'énergie mises en jeu.

» J'avais ainsi fait usage de deux excitations de forme très différente et j'ai trouvé que toujours, en passant du premier cas au second, la quantité d'électricité ne variait que dans les limites des erreurs de la méthode, tandis qu'il n'en était pas de même de l'énergie dépensée.

» Ceci est incompatible avec les hypothèses de Cybulski et Zanietowski, Dubois de Berne et Waller, mais concorde parfaitement avec les idées de Hoorweg. En effet, dans un temps aussi court, le décrément peut ne pas encore produire son effet, et alors l'excitation ne dépend que de l'intensité du courant.

» Je n'ai pas voulu encombrer ma Note de chiffres; le détail de mes expériences se trouvera dans le Rapport que je présenterai sur cette question au Congrès de Turin. »

PHYSIOLOGIE. — *Mesure directe de la longueur d'onde dans le nerf à la suite d'excitations électriques brèves.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« La longueur des ondulations nerveuses que j'ai obtenues précédemment par plusieurs méthodes différentes peut être déduite, comme je l'ai déjà indiqué, de la mesure de leur fréquence et de leur vitesse de propagation. C'est ainsi que, dans une Note du 3 juillet 1899, j'estimais cette longueur comme voisine d'une valeur moyenne de $35^{mm}$ (soit 17,5 pour la demi-longueur d'onde). Mes nouvelles expériences sur la transmission nerveuse des excitations électriques, communiquées en février et mars à l'Académie, m'ont donné des valeurs analogues, avec quelques caractères nouveaux sur lesquels je reviendrai tout à l'heure.

» Il convient de signaler que j'avais déjà tenté antérieurement une mesure directe basée sur la production d'interférences dans le nerf par l'excitation faradique unipolaire. Quoique prêtant à la critique par suite de l'impossibilité d'éliminer sûrement les oscillations électriques dans une bobine à circuit ouvert, cette méthode m'avait pourtant donné des résultats intéressants et tout à fait comparables aux chiffres actuels, puisque les expériences publiées en janvier 1896 (*Archives de Physiologie*, p. 65) signalaient la production de zones neutres correspondant à des demi-longueurs d'onde de $15^{mm}$ à $20^{mm}$ (moyenne $17^{mm}$).

» J'ai imaginé une nouvelle méthode qui permet de mesurer directement et avec sécurité cette valeur de la demi-onde dans le nerf. Je ne puis mieux en donner une idée qu'en la comparant à la méthode de R. Kœnig pour montrer l'interférence du son par différence de marche dans un tuyau à deux branches.

» Une excitation brève arrive en un point d'un nerf (sciatique de grenouille). A quelque distance au-dessus du point excité, un conducteur recueille l'onde propagée et le transmet à un second nerf moteur qui se trouve ainsi excité à son tour unipolairement (la patte est mise à la terre). Au-dessous du point excité sur le premier nerf, plaçons *à une distance variable* un second conducteur identique au précédent, et relions son extrémité libre à celle du premier au point où elle touche le second nerf; celui-ci recevra en même temps deux excitations égales [1] qui ne diffé-

---

[1] J'ai démontré que l'intensité d'une excitation unipolaire n'est pas modifiée par

reront l'une de l'autre que pour avoir cheminé à travers des longueurs variables du premier nerf. Si l'on choisit ces longueurs de telle façon qu'elles diffèrent d'une demi-longueur d'onde, les deux excitations arriveront au second nerf à des phases inverses et interféreront. C'est ce qu'on observe en effet : avec l'appareil à cylindre tournant qui m'a déjà servi à établir des courants de pile très brefs, et en employant des intensités suffisamment modérées, on arrive à trouver facilement sur le nerf transmetteur des positions relatives des deux conducteurs pour lesquelles *le second nerf* n'est plus excité; la différence des distances de ces conducteurs au pôle actif mesure la demi-longueur d'onde.

» La moyenne des valeurs obtenues par cette méthode est de $17^{mm}$, ce qui concorde bien avec les déterminations précédentes. Il faut toutefois observer que chaque valeur individuelle peut différer sensiblement de ce chiffre 17. Il semble qu'il y ait deux groupes bien distincts de ces valeurs suivant les individus en expérience ; les unes varieraient entre 17 et 19, les autres, plus rares, oscilleraient autour de 12 (phénomène explicable par ce qui suit).

» Mais un fait plus considérable a été mis en évidence par cette méthode et confirme entièrement les résultats récents de mon analyse chronoscopique de la transmission nerveuse, résultats dont mes dernières Notes avaient réservé la communication. Il s'agit de l'existence d'harmoniques plus ou moins nombreux dans l'oscillation nerveuse.

» En effet, dans cette précédente série d'expériences j'avais été surpris d'observer sur les mêmes individus, indépendamment de la fréquence déjà connue et comprise entre 600 et 1000, des fréquences bien plus grandes, allant souvent jusqu'à 3000 et 4000, pouvant même parfois dépasser largement ce chiffre. Cela m'avait donné l'idée d'une forme complexe de la vibration nerveuse et de sa décomposition possible en vibrations harmoniques. Mais ce point demandait à être contrôlé par une méthode moins délicate et surtout moins longue que l'analyse chronoscopique ; la méthode actuelle remplit parfaitement ce but.

» Voici comme exemple les valeurs qu'elle m'a fournies, dans une expérience, pour les demi-longueurs d'onde donnant lieu à des interférences : $18^{mm},5$ ; $9^{mm},2$ ; $6^{mm},2$ ; $4^{mm},5$. Cela démontre la coexistence, avec la vibration fondamentale, de vibrations deux, trois, quatre fois plus fréquentes. Rarement on dépasse ainsi le troisième harmonique, mais la méthode chro-

---

l'interposition de grandes résistances telles que celle d'une portion de nerf plus ou moins longue.

noscopique démontre l'existence de vibrations partielles d'ordre encore plus élevé.

» Il est même possible que la longueur d'onde maxima trouvée le plus généralement ne soit en réalité que le premier harmonique d'une vibration deux fois plus lente ([1]), car les chiffres trouvés dans certains cas, au lieu d'être dans le rapport de 1, 2, 3,. .., ont présenté le rapport 2, 3, 4,. .. Le fait devra être recherché sur des nerfs de plus grande longueur. »

PHYSIOLOGIE. — *Quelques remarques sur les otolithes de la grenouille.* Note de M. **Marage**, présentée par M. H. Moissan.

« Le liquide de l'oreille interne contient des cristaux plus ou moins volumineux, les *otolithes;* les hypothèses, ayant pour but d'indiquer l'action acoustique de ces corps solides, ne sont guère probables; et, en tout cas, elles ne sont pas appuyées sur l'expérience.

» Chez la grenouille, le contenu de l'oreille interne a une apparence laiteuse, il est relativement facile d'en recueillir $1^{mgr}$. J'en ai déterminé la densité; elle est 2,18 : ce chiffre est très élevé.

» La composition est la suivante : c'est une dissolution de carbonate de chaux et de magnésie dans un liquide chargé d'acide carbonique.

» Au contact de l'air, l'acide carbonique se dégage très rapidement et il est facile d'en déceler la présence.

» Le liquide lui-même est très volatil; au microscope, il se présente sous l'aspect d'une substance huileuse qui se condense en gouttelettes; il a été impossible d'en recueillir suffisamment pour en déterminer la composition.

» D'après l'analyse faite au laboratoire de Chimie minérale de l'École de Pharmacie, les cristaux qui restent sont formés de carbonate de chaux et de très petites quantités de carbonate de magnésie; les plus volumineux d'entre eux sont de la grosseur d'un globule sanguin ($32\mu$); les autres, 98 pour 100 à peu près, sont beaucoup plus petits, et il y en aura un grand nombre qui sont à peine visibles avec un grossissement de 450 diamètres.

» Ces otolithes sont solubles dans l'eau chargée d'acide carbonique et l'on peut les faire réapparaître par évaporation.

---

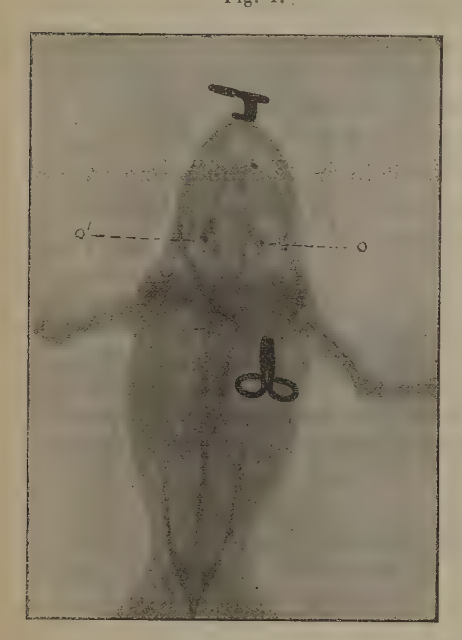
([1]) Le chiffre 12, indiqué tout à l'heure, ne serait pas ainsi celui d'une vibration fondamentale, mais d'un second harmonique, l'autre valeur 18 correspondant au premier.

» Le contenu de l'oreille interne est donc constitué par une dissolution de bicarbonate de chaux et de magnésie avec des cristaux en excès de carbonates insolubles; la grande densité de ce mélange en fait un admirable conducteur du son; et, somme toute, ce milieu est aussi homogène qu'un acier quelconque, comme on peut s'en convaincre en étudiant ces solides au microscope.

» On peut manifester l'existence de ces cristaux chez l'animal vivant.

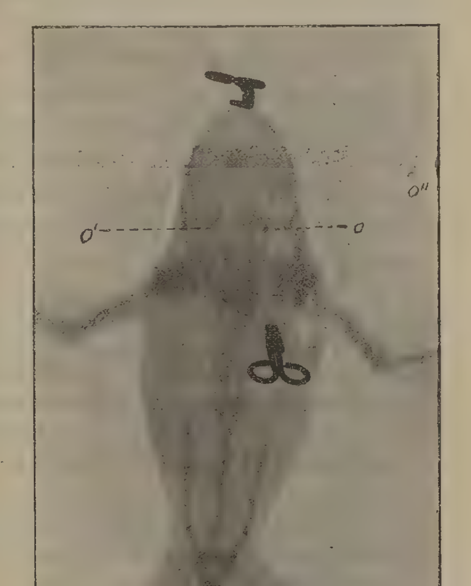
» Pour cela, j'ai, avec l'aide de M. Comte, radiographié une grenouille vivante au laboratoire de Biologie appliquée. Le maxillaire inférieur a été rabattu sur le thorax de manière à diminuer l'épaisseur des tissus; les taches O et O′ représentent les otolithes (*fig.* 1); dans la *fig.* 2, un des otolithes O′ a été enlevé et placé en O″ sur la plaque.

Fig. 1.




Otolithes O et O′.

Fig. 2.




L'otolithe O′ a été enlevé et placé en O″.

» *En résumé :* on se trouve en présence d'une dissolution, dans un liquide de nature indéterminée, de bicarbonate de chaux et traces de bicarbonate de magnésie avec cristaux de carbonates en excès; et l'une des

fonctions des otolithes est de maintenir aussi constante que possible la conductibilité acoustique de ce milieu.

» Je compte poursuivre ces recherches chez les mammifères et chez l'homme. »

MÉDECINE. — *Influence de la stérilisation des milieux habités, de l'air respiré et des aliments ingérés, sur l'organisme animal.* Note de MM. **Charrin** et **Guillemonat**, présentée par M. d'Arsonval.

« On tend à admettre, avec Thirfelder et Nuttal, Schottelius, etc., que, si l'on fait vivre, en dehors de toute intervention bactérienne (milieu et aliments stérilisés), des organismes pris au moment même de la naissance, le développement, assurément difficile, peut cependant se poursuivre au moins durant quelques jours.

» Il est vrai qu'à cette époque de l'existence la délicatesse anatomique ou fonctionnelle des appareils est toute particulière; de plus, les tissus n'ont pas encore pu s'accoutumer au concours des ferments figurés, autrement dit des microbes. Dès lors, il devenait intéressant de rechercher si l'on modifie l'économie arrivée à l'âge adulte, en supprimant ces microbes des éléments solides ou gazeux, qui chaque jour pénètrent par les voies digestive ou respiratoire.

» Pour stériliser les aliments, nous avons eu recours à la chaleur. Toutefois, afin d'éviter des inégalités dans la valeur nutritive résultant de ce chauffage, nous avons porté à la même température les substances identiques au point de vue de la quantité et de la qualité données aux sujets témoins de nos expériences; mais, exposés à l'air libre pendant le refroidissement, au lieu d'être soigneusement protégés, ces produits se souillaient à nouveau avant de servir.

» Pour obtenir des atmosphères dépourvues de germe, nous avons utilisé quatre cages système d'Arsonval (¹), accouplées deux à deux, cages A et B, cages C et D.

» L'air pénétrait dans A, passait dans B et s'échappait, aspiré par une trompe qui aspirait aussi le contenu de C et de D; ce courant aérien circulait avec une égale vitesse, mesurée d'ailleurs avec soin, au travers de ces récipients parfaitement sem-

---

(¹) Brown-Séquard et d'Arsonval, *Comptes rendus.*

blables à tous les points de vue, un détail excepté. Une importante différence distinguait, en effet, ces deux appareils; avant de pénétrer dans A, cet air se filtrait sur une couche d'ouate et sortait librement de B, tandis que ce fluide entrait sans obstacle dans C et, en s'échappant de D, franchissait un autre filtre d'ouate confectionné comme le précédent, de manière à égaliser les résistances et partant le débit.

» Grâce à ce dispositif, les cobayes introduits dans ces cages se trouvaient dans des conditions ne différant, d'un côté à l'autre, que par la stérilité de l'air, des aliments, des milieux [1].

» Assurément, sur les revêtements cutanés ou muqueux de ces animaux existent, au début surtout de ces expériences, de nombreuses bactéries. Mais, impuissantes à se rajeunir par des apports venus de l'extérieur, subissant, en outre, en particulier dans les voies digestives, l'influence atténuante des sucs glandulaires gastro-intestinaux, du mucus, de la concurrence vitale, etc., ces bactéries diminuent [Suksdorff [2]] et s'affaiblissent. Ainsi, cette stérilité au moins relative des milieux, des ingesta, des gaz de la respiration, constituait la véritable différence entre l'existence dans A et B et dans C et D.

» Or, depuis 5 mois, nous avons fait vivre, dans ces récipients, plusieurs groupes de cobayes; chaque fois que nous placions 2 ou 4 de ces animaux (1 ou 2 par cage) dans le premier couple, A et B, nous enfermions, au même instant et de la même façon, dans C et D, un nombre égal de ces cobayes choisis à peu près semblables entre eux; nous les observions durant 4, 6 ou 8 jours. La mort survenait assez souvent dans ce laps de temps, en raison de la légère insuffisance de la ration alimentaire ($200^{gr}$ de carottes par kilogramme), du mauvais éclairage, de l'étroitesse de l'espace réservé à ces animaux, etc.; dans le cas de survie, après une semaine environ on cessait l'observation.

» Voici, à plusieurs points de vue, les résultats obtenus en additionnant les chiffres provenant de diverses séries.

» Sur 27 animaux placés dans les cages lavées et flambées, respirant de

---

(1) Chaque fois qu'on introduisait une nouvelle série, on flambait A et B. Du reste, des prises d'air, opérées en faisant barboter le courant dans des ballons contenant du bouillon stérile, montraient la stérilité plus ou moins marquée de ce fluide. Enfin, pour annuler les causes d'erreur tenant à des défectuosités dans la construction de ces cages, on a fait passer l'air filtré tantôt dans A et B, tantôt dans C et D.

(2) *Arch. für Hyg.*, t. IV, 1886.

l'air filtré et nourris avec des aliments stérilisés, 19 ont succombé, tandis que sur 29 cobayes, observés parallèlement et vivant dans des conditions analogues, sauf au point de vue de l'asepsie du milieu et des principes utilisés (principes nullement débarrassés des germes), 10 seulement ont péri.

» La moyenne des amaigrissements quotidiens de ces animaux de la première catégorie (stérilisation) a été de $14^{gr},13$ et de $12^{gr},24$ pour ceux de la seconde. Il est rare, en effet (trois fois sur quatorze), de constater une perte de poids plus considérable pour les sujets placés dans les conditions ordinaires.

» De même le coefficient $\frac{Az.u}{Az.t}$, dans la majorité des cas (un peu plus de la moitié), s'est montré légèrement plus élevé (0,848 au lieu de 0,820) chez les animaux usant d'air ou d'aliments non stérilisés. — Ces différences, comme celles des amaigrissements, sont bien minimes, mais on les a enregistrées un bon nombre de fois.

» Pour apprécier la résistance aux bactéries, nous avons déposé sous la peau de ces cobayes des doses comparables d'un virus pyocyanique relativement atténué. — Sur 9 sujets ainsi inoculés et ne recevant pas de germe, 6 sont morts, alors que, sur 11 introduits dans les cages non aseptiques, 5 (soit un peu moins de la moitié au lieu des deux tiers) ont succombé.

» Ces résultats sont assez nets, bien qu'à certains égards les différences soient moins marquées que celles des expériences de même ordre de Kijanizin [1] : peut-être faut-il invoquer une importante modification de technique, puisque cet auteur purifiait l'air en le faisant passer dans du sable brûlant.

» Quoi qu'il en soit, en présence de ces faits si singuliers au premier abord, il serait aisé de formuler des hypothèses (insuffisance d'activité de la part des ferments figurés intervenant dans les mutations nutritives au sein des voies digestive et respiratoire, ou encore débilité des leucocytes accoutumés à se nourrir avant tout de bactéries, etc.). Contentons-nous des résultats positifs et concluons que, dans les conditions précitées, on fait fléchir la vitalité d'un organisme, sa résistance à la maladie, quand on stérilise les milieux qu'il habite, l'air qu'il respire, les aliments qu'il ingère. »

---

(1) Van Beneden, *Archives de Biologie*, t. XVI; 1899.

M. **Pierre Carles** adresse une Note ayant pour titre : « La pourriture grise du raisin aurait-elle quelque rapport avec la présence des morilles dans les vignes? »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

### Ouvrages reçus dans la séance du 25 mars 1901.

*Nouvelles Leçons sur la Théorie des Fonctions. Leçons sur les Séries divergentes,* par Émile Borel. Paris, Gauthier-Villars, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Picard.)

*L'Agriculture de l'avenir,* par M. A. Ronna. Paris, typ. Chamerot et Renouard, 1900; 1 fasc. in-4°.

*Eine historische Studie über die Entdeckung des Magendie-Bell'schen Lehrsatzes,* von Dr Med. Adolf Bickel. Bonn, Emil Strauss, 1901; 1 fasc. in-8°.

*Compressed air house cleaning. The Dustless method.* Saint-Louis (États-Unis); 1 fasc. in-18.

*The University of Nebraska. Thirteenth annual report of the U. S. agricultural experiment station of Nebraska.* Lincoln, Nebraska; 1 vol. in-8°.

*Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjobenhavn for Aaret* 1900. Copenhague, 1901; 1 vol. in-8°,

*Memoirs of the British Astronomical Association;* vol. X, part 1. *Ninth report of the section for the observation of meteors.* Londres, 1901; 1 fasc. in-8°.

*Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse;* janvier-février 1901. Mulhouse-Paris; 1 fasc. in-8°.

*Beiblätter zu den Annalen der Physik,* herausgeg. v. Walter König; Bd 25, Hefte 1 u. 2. Leipzig, Ambrosius Barth, 1901; 2 fasc. in-8°.

Φιλολογίκος συλλογος Παρνασσος. Επετηρίς; Ετος Ε. Athènes, 1901; 1 vol. in-8°.

*Climat;* n° 1, 15 mars 1901. Saint-Pétersbourg; 1 fasc. in-8° oblong.

*Annals the astronomical observatory of Harvard College;* vol. XXXVII, part I. Cambridge, États-Unis, 1900; 1 fasc. in-4°.

*Annals of the New York Academy of Sciences,* vol. XIII, part I. Lancaster, Pa.; 1 vol. in-8°.

*Boletin del observatorio « Urania »;* ano I, 1901, n° 1. Mexico; 1 fasc. in-8°.

*Anales de la Sociedad cientifica Argentina;* enero-febrero 1901, entrega I y II, tomo LI. Buenos-Ayres; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er avril 1901.

*L'Œuvre scientifique de Charles Hermite,* par M. Émile Picard, Membre de l'Académie des Sciences. (Extr. des *Annales de l'École Normale supérieure,* 3e série, t. XVIII; janvier 1901.) Paris, impr. Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

*Cours de la Faculté des Sciences de Paris. Traité d'Analyse,* par Émile Picard, Membre de l'Institut. Tome I. *Intégrales simples et multiples. L'équation de Laplace et ses applications. Développements en séries. Applications géométriques du Calcul infinitésimal.* Paris, Gauthier-Villars, 1901. 1 vol. in-8°.

*La Chimie de l'uranium : historique comprenant les recherches principales effectuées sur l'uranium et ses composés de 1872 à 1901,* par M. Œchsner de Coninck. Montpellier, impr. Gustave Firmin et Montane, 1901; 1 fasc. in-8°.

*Revue générale de Botanique,* dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut; t. XIII, livraison du 15 mars 1901, n° 147. Paris, Paul Dupont, 1901; 1 fasc. in-8°.

*Sylloge Fungorum omnium hucusque cognitorum* digessit P.-A. Saccardo, vol. XV. *Synonymia generum, specierum subspecierumque in vol. I-XIV descriptorum,* auctore E. Mussat. Paris, Octave Doin, 1901; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bornet. Hommage de l'Auteur.)

*Sur l'existence, la distribution et le mouvement des principaux centres présumés de l'activité solaire,* par A. Wolfer. (Extr. des *Memorie della Societa degli Spettroscopisti Italiani,* vol. XXIX, 1901.) 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

*Beiträge zur Kenntniss der Getreideroste,* II, von H. Klebahn. Stuttgart, Eugen Ulmer; 1 fasc. in-8°.

*The Nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the year* 1904, *for the meridian of the Royal Observatory at Greenwich,* published by order of the Lords commissioners of the Admiralty. Édimbourg, 1901; 1 vol. in-8°.

*Annuaire météorologique pour* 1898, publié par l'Institut royal météorologique des Pays-Bas, 50e année. Utrecht, J. van Bœkhoven, 1901; 1 vol. in-8° oblong.

*Naturæ Novitates, Bibliographie neuer Erscheinungen aller Länder auf dem Gebiete der Naturgeschichte und der exacten Wissenschaften,* herausgeg. v. R. Friedländer und Sohn, Januar 1901, Nr. 1-4. Berlin; 4 fasc. in-8°.

### Ouvrages reçus dans la séance du 9 avril 1901.

*Traité de Physique biologique,* publié sous la direction de MM. d'Arsonval, Chauveau, Marey, Membres de l'Institut, Gariel, Weiss; t. I, Paris, Masson et Cie, 1901; 1 vol in-8°. (Présenté par M. Chauveau.)

*Bulletin de la Société internationale des Électriciens;* 2e série, t. I, n° 1, janvier 1901. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

*Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France,* publié par E. Mascart, année 1901, n° 1, janvier. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. pet. in-4°.

*Lectures on appendicitis and notes on other subjects,* by Robert T. Morris; third edition, revised and enlarged. New-York, Londres, E.-P. Putnam fils, 1899; 1 vol. in-8°.

*Erste Bestimmung der Rotationszeit des Planeten Eros,* von Prof. Dr Deichmüller. Bonn, 1901; 1 fasc. in-8°.

*The growth of magnetism in iron alternating magnetic force,* by Ernest Wilson. S. l. 1901. 5 feuillets, in-8° oblong.

*Die Schöpfung oder das Walten der Natur,* von Carl-Eduard Neuzeit. Leipzig, 1901; 1 vol. in-8°.

*Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indië, een en twintigste jaargang* 1899. Batavia, 1900; 1 vol. in-8°.

*Observations made at the Royal magnetical and meteorological Observatory at Batavia,* pub. by Dr S. Figee, Director; vol. XXII, 1899, part 1. Batavia, 1900; 1 fasc. in-f°.

### Ouvrages reçus dans la séance du 15 avril 1901.

*Le vin concentré comparé avec les moûts et les raisins concentrés,* par le Dr F. Garrigou. Paris, 1901; 1 vol. in-12.

*Sérothérapie et Thoracentèse. Traitement de la pleurésie aiguë chez le cheval,* par R. Brocheriou. Thouars, 1901; 1 fasc. in-8° (Présenté pour le concours du prix Barbier.)

*Langue internationale* Esperanto. *Manuel complet avec double dictionnaire,* traduit sur l'Ouvrage russe du Dr Zamenhof, par L. de Beaufront. Paris, librairie Le Soudier; 4e édition in-8°.

*Commentaire sur la grammaire de la langue internationale* Esperanto, *suivi d'études sur la question même de la langue internationale et la manière dont l'*Esperanto *la résout,* par L. de Beaufront. Épernay, 1900; 1 vol. in-8°.

*Universala Vortaro de la lingvo internacia. Dictionnaire universel de la langue internationale,* avec traduction en français, anglais, allemand, russe et polonais, par le Dr L. Zamenhof. Varsovie, imp. Keller; 1900. 3e édition, 1 vol. in-8°.

*Société pour la propagation de l'*Esperanto. *Annuaire-Jarlibro,* 1900-1901. Épernay, 1901; 1 vol. in-8°.

(*A suivre.*)

---

## *ERRATA.*

(Séance du 22 avril 1901.)

Note de M. *Édouard Mack,* Quelques isothermes de l'éther entre 100° et 206° :

Page 953, ligne 32, *au lieu de* 1cq,1115 *lisez* 1cc,1115.
Même ligne, *au lieu de* 1cq, *lisez* 1cc.
Page 954, Table I, ligne 2 à droite, *au lieu de* 1,7208, *lisez* 1,7028.
Page 954, Table I, ligne 23 à droite, *au lieu de* 1,3520, *lisez* 1,2520.
Page 954, ligne 2 après la Table, *au lieu de* accordés, *lisez* raccordés.
Page 955, ligne 4, *au lieu de* 13,96, *lisez* 13,76.